

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет автоматизації і інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра машин і обладнання технологічних процесів

(назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
БАКАЛАВРА**

на тему:

" Розробка мобільного риштування для будівництва "
(назва)

Київ 2022 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Факультет автоматизації і інформаційних технологій**

(факультет)

Кафедра машин і обладнання технологічних процесів

(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ д.т.н., проф. Назаренко І.І.

“ ___ ” _____ 2022 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
БАКАЛАВРА
на тему: Розробка мобільного риштування для будівництва**

Виконав: студент 5 курсу, групи зБМО-51
за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»

Мирончук Євгеній Михайлович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівники: Ручинський М.М

(прізвище та ініціали)

професор, к.т.н.

(вчене звання, науковий ступінь)

м. Київ – 2022 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Факультет автоматизації і інформаційних технологій
Кафедра Машин і обладнання технологічних процесів
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 131 “Прикладна механіка”

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри МОТП

_____ /д.т.н., проф. **І.І. Назаренко/**

“20” грудня 2021 року

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту
Мирончуку Євгенію Михайловичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту: **Розробка мобільного риштування для будівництва**

Керівники проекту: Ручинський Микола Миколайович, кандидат
технічних наук, професор,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора КНУБА № 1976/2 від “ 18” грудня 2021
року.

2. Строк подання студентом проекту 27 травня 2021 року.

3. Вихідні дані до проекту:

Всі дані до розробки конструкції машини отримати на переддипломній практиці на основі огляду та аналізу існуючих конструкцій.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що необхідно розробити): Вступ. Огляд та аналіз існуючих конструкцій механізмів для мобільного риштування. Загальні розрахунки. Розрахунки на міцність деталей та вузлів. Техногенна безпека.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Загальний вид машини 1 арк.; креслення робочого обладнання з відповідними перерізами 1-2 арк.; складальні одиниці робочого обладнання 2 арк.; креслення деталей 1-2 арк.

6.Консультанти розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техногенна безпека	к.т.н., доцент Гаркавенко О.М.		

7.Дата видачі завдання 20 грудня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Огляд та аналіз існуючого устаткування. Загальні розрахунки.	04.04.22	25%
2.	Креслення загальних видів. Розробка та розрахунок вузлів.	18.04.22	50%
3.	Розрахунки та робочі креслення деталей.	16.05.22	75%
4.	Техногенна безпека. Рецензування. Попередній захист.	30.05.22	100%

Студент _____ Мирончук Є.М.
(підпис)

Керівники проекту _____ Ручинський М. М., к.т.н., професор

ЗМІСТ

1. Структурна схема сучасного будівництва, місце та застосування підйомників.....	6
1.1.Формування сучасної структури системи будівництва.....	6
1.2.Будова та принцип роботи підйомників.....	11
1.3.Відбір конструктивної схеми підмостків і її опис.....	18
2. Основні задачі при проектуванні мобільного риштування.....	21
3. Загальний розрахунок.....	22
3.1.Конструкція і розрахунки самохідного візка.....	22
3.1.1. Розрахунок механізму пересування.....	24
3.1.2. Розрахунок механізму підйому вантажу.....	26
3.1.3. Розрахунок ходових гвинтів.....	28
3.1.4. Розрахунок на міцність.....	29
3.1.5. Розрахунок на зносостійкість.....	31
3.1.6. Розрахунок на стійкість.....	32
3.2.Конструкція і розрахунок крана.....	34
3.2.1. Розрахунок механізму підйому вантажу.....	35
3.2.2. Розрахунок і вибір каната і барабана.....	37
3.2.3. Розрахунок і вибір електродвигуна, редуктора і гальма.....	39
3.2.4. Перевірка двигуна по моменту.....	41
3.2.5. Визначення гальмівного моменту.....	41
4. Розрахунки на міцність.....	43
4.1.Розрахунок валу на міцність.....	43
4.2.Розрахунок ланцюгової передачі.....	46
4.2.1. Корисна потужність, що передається ланцюгом.....	46
4.2.2. Середня швидкість руху ланцюга.....	46
4.2.3. Розрахунок навантаження ланцюгової передачі.....	46
4.3.Розрахунок стріли на міцність.....	47
5. Техногенна безпека.....	49

5.1.Небезпечні і шкідливі фактори.....	49
5.2.Технічні заходи з техніки безпеки, передбачені в проекті.....	53
5.2.1. Методи і засоби зниження вібрації.....	53
5.2.2. Методи і засоби зниження шуму.....	54
5.2.3. Інженерні розрахунки з техніки безпеки.....	55
5.2.4. Розрахунок системи вентиляції.....	58
5.3.Техніка безпеки при експлуатації.....	60
5.4.Пожежна безпека.....	62
5.4.1. Пожежна профілактика.....	62
5.4.2. Призначення вогнегасників.....	63
6. Паспорт.....	66
Список використаної літератури.....	67
Додатки.....	68

1. Структурна схема сучасного будівництва, місце та застосування підйомників.

1.1. Формування сучасної структурної системи будівництва

Перехід до ринкової економіки став одним з діючих важелів прискореного розвитку будівництва, для якого характерні гнучкість і можливість застосування ефективних машин і технологій.

Сучасне будівництво - це складна структурна система, яку можна розглядати як динамічну і з точки зору системного підходу характеризувати наступними ознаками (рис. 1.1.):

- 1) наявністю двох компонентів - об'єкта і органу управління, пов'язаних між собою прямими та зворотними каналами зв'язку, що утворюють замкнуті контури;
- 2) наявністю мети, критерію ефективності та обмежень;
- 3) наявністю алгоритму і програми керування.

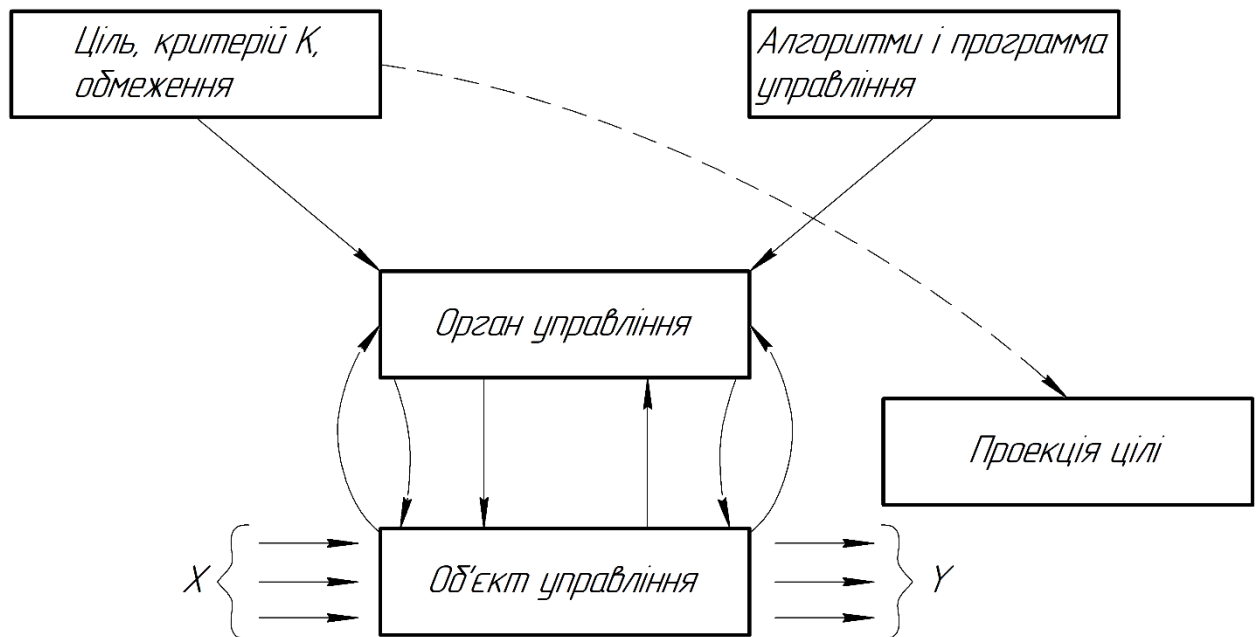


Рис. 1.1. Принципова схема керованої системи

У схемі розглянутої системи присутні зворотні зв'язки – канали між елементами, необхідні для контролю поведінки об'єкта управління і на основі цього видачі оптимальних рішень (команд). Зворотний канал означає зв'язок між виходом якогось елемента та входом того ж самого елемента, здійснювану або безпосередньо, або через інші елементи.

Представляючи будівельне виробництво як керовану систему, в роботі пропонується наступна її структура: вхід - будівельний процес, вихід - регулюючий пристрій. Об'єктом управління є будівельний процес, а органом управління - регулюючий пристрій. На цю систему діє безліч зовнішніх випадкових чинників, що мають різноманітну природу.

Вхід системи характеризує сукупність трудових, матеріальних та енергетичних ресурсів, необхідних для виробництва продукції.

Ресурси, організовані в певну послідовність з метою створення закінченого об'єкта, становлять будівельний процес, який являє собою сукупність елементарних будівельних процесів (операцій). **Виходом системи** є економічні показники, за якими здійснюється вибір варіантів. З допомогою зворотного зв'язку відбувається регулювання ресурсами на вході і, отже, регулювання самого будівельного процесу. На модельованій системі накладається ряд обмежень, які зв'язують можливі способи дії із зовнішніми обмежувачими чинниками. Розробка структурної схеми дозволяє визначити взаємозв'язок ресурсів процесу, закінченого об'єкта, випадкових факторів, регулюючого пристрою. Крім того, аналіз структурної схеми дає можливість до розробки математичної моделі виключити з розгляду фактори, що мають незначний вплив на систему.

Представляється структурна схема будівельного виробництва (рис.1.2.), де на вхід системи надходять трудові, матеріальні, енергетичні та фінансові ресурси. Трудові ресурси характеризують трудомісткість будівельного процесу. Матеріальні ресурси - це матеріали, необхідні для виконання будівельного процесу у вартісному вираженні, а також машини і устаткування

у вигляді капітальних вкладень. Енергетичні ресурси характеризують потужнісний потенціал комплексу машин і механізмів, що використовуються в будівельному процесі. Фінансові ресурси являють собою додатковий ресурс, який забезпечує нормальне функціонування всієї системи при впливі на неї зовнішніх випадкових факторів. Наявність з фінансових ресурсів забезпечує можливість вибору технологічного процесу за критерієм оптимальності - мінімуму трудомісткості, так як при використанні цього критерію можливе збільшення кошторисної вартості будівництва. У цьому випадку за рахунок фінансових ресурсів покривається різниця в кошторисних вартостях технологій, обраних по мінімуму приведених витрат і мінімуму трудомісткості.

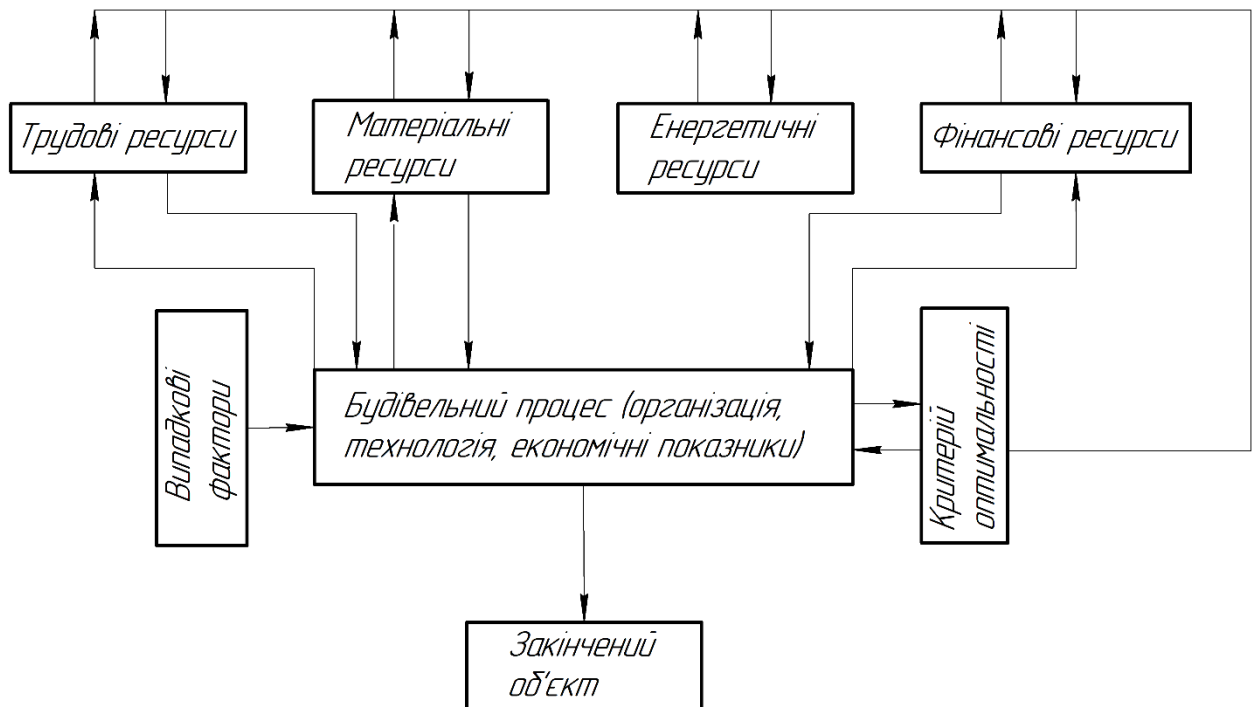


Рисунок 1.2. Структурна схема будівельного виробництва

Випадкові фактори, виділені в системі окремим елементом, представляють собою вплив, що носять імовірнісний характер. Всі випадкові фактори можна розділити на основні випадкові збурення і зовнішні зв'язки, що носять також випадковий характер. До випадковим збурень слід віднести:

- 1) втрату трудових ресурсів з різних причин;

- 2) вихід з ладу машин і обладнання;
- 3) упущення в організації праці;
- 4) порушення трудової і технологічної дисципліни.

До зовнішніх зв'язків, що носять випадковий характер, відносяться:

- 1) збої в забезпеченні матеріальними ресурсами;
- 2) вплив погодних умов.

Ресурси, вступаючи в будівельний процес у різних поєднаннях, дозволяють отримати безліч варіантів досягнення мети. На виході ці варіанти порівнюються між собою за прийнятими критеріями, потім вибирається оптимальний варіант. На будівельний процес впливають випадкові фактори, які виводять систему з оптимального стану. Для усунення негативних наслідків і повернення системи в оптимальний режим роботи в будівельний процес вводяться вільні грошові кошти, які грають роль додаткового ресурсу.

Регулюючу функцію виконує оператор, через якого в залежності від отриманої інформації про хід будівельного процесу та його відповідності кінцевої мети подається керуючий сигнал на вхід системи і безпосередньо в блок «Будівельний процес». Вся система функціонує в певному діапазоні, межі якого встановлюються існуючою інформацією про її можливості. Таким чином, інформація у розглянутій структурній схемі грає роль обмеження. Накопичення інформації про об'єкт дозволяє розширити діапазон дослідження системи і збільшити можливості безпосередньо будівельного процесу. При цьому інформація являє собою як би додатковий ресурс системи.

Оскільки в механізованому процесі бере участь комплект машин змінного складу, кожна з яких не забезпечує кінцевої продукції, капітальні вкладення K_o , визначають за формулою:

$$K_o = \sum \frac{K_{влі} T_{oi}}{T_{гi}}$$

де $K_{влі}$ – вартість i -тої машини комплекту, грн.;

T_{oi} і $T_{гi}$ – кількість годин роботи i -тої машини на об'єкті і в році.

У ряді випадків необхідно в якості критерію оптимальності приймати трудомісткість процесу T_p . Оптимальний варіант при цьому відповідає мінімальній трудомісткості:

$$T_p = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{P_{qi}} n_{pi} \rightarrow \min,$$

де Q_i – обсяг робіт, що виконується в i -тій операції; P_{qi} – годинна продуктивність комплексу машин, що беруть участь в i -тій операції. Розмірність Q_i та P_{qi} різні для кожного виду робіт.

Для здійснення технологічного процесу необхідно, щоб тривалість виконання попередньої операції була дещо меншою тривалості виконання наступної операції (на 2 – 3%):

$$T_{oi} \geq (1,02 - 1,03)T_{oi-1},$$

де T_{oi} і T_{oi-1} – тривалість виконання відповідно наступної і попередньої операцій. У цьому випадку забезпечується максимальна щільність потоку з урахуванням технологічних перерв, що є граничною умовою по кожній операції, що входить до технологічного процесу.

Сумарні наведені витрати на будівельний процес, що складається з операцій:

$$\sum_{i=1}^m P_{3.oi} \rightarrow \min$$

1.2. Будова та принцип роботи будівельних підйомників

Будівельні підйомники широко використовуються для різних допоміжних робіт:

- різноманітна робота в будинках, що будуються;
- будівництві фасадів;
- ремонт і технічне обслуговування фасадів;
- встановлення мармурового або цегляного облицювання, наприклад, на фасаді;
- при фарбуванні фасадів;
- встановлення термо- і звукоізоляції в будівлях, промислових і попередньо виготовлених конструкцій;
- робота, при якій використання звичайних будівельних лісів може зайняти надто багато часу для збирання або можуть бути не рентабельні в короткі проміжки часу;
- робота, при якій звичайні будівельні ліси не можуть витримати необхідне навантаження;
- виконання робіт в міському будівництві.

Нижче приведена будова та застосування будівельного підйомника G-40 фірми “GOIAN” (Іспанія) (рис. 1.3).

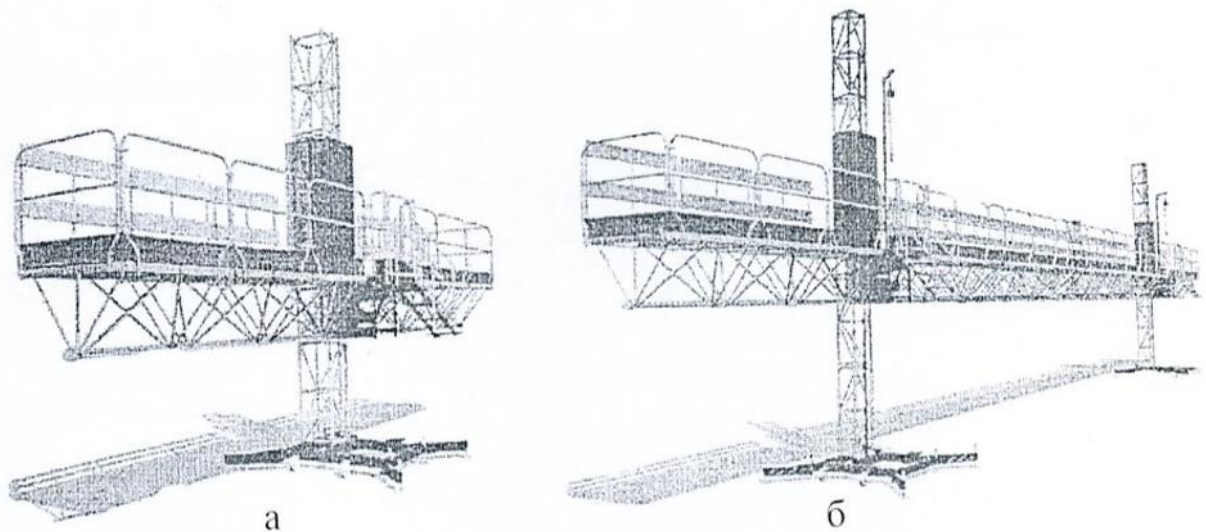


Рисунок 1.3. Загальний вид підйомника: а – однощогловий, б – двощогловий

Щогловий будівельний підйомник G-40 – це робоча платформа з вертикальним рухом, призначена для безпечного виконання робіт на різних висотах.

Вона призначена для робіт, які виконуються на вертикальній основі одним чи декількома людьми. Також, на ній можливе встановлення обладнання і завантаження матеріалів, які використовуються під час вищеназваної роботи для переміщення. Підйомник також дозволяє виконувати керований рух людей над робочою поверхнею, тому передбачені задачі можуть здійснюватися з максимально можливою безпекою і ергономічними умовами. В табл. 1.1 наведені основні характеристики двох підйомників, із тригранною та квадратною щоглами.

Таблиця 1.1. Технічні характеристики підйомника

№ п/п	Основні параметри	Тип підйомника			
		GOIAN P-4500 Тригранна щогла		GOIAN P-4500 Квадратна щогла	
		Двощогловий	Однощогловий	Двощогловий	Однощогловий
1	Вантажопідйомність, кг	4,275	1,870	4,275	1,870
2	Максимальна висота, м	150	150	200	200
3	Максимальна довжина платформи, м	29,56	10,12	29,56	10,12
4	Ширина платформи, м	1,3	1,3	1,3	1,3
5	Ширина входу, м	1,0	1,0	1,0	1,0
6	Максимальний крок кріплення, м	6	6	9	9
7	Висота вільно стоячого підйомника, м	7,5	6	9	9
8	Максимальна відстань між щоглами, м	20,5	-	20,5	-
9	Довжина секції щоглами, м	1,5	1,5	1,5	1,5
10	Довжина секції платформи, м	0,83/1,5	0,83/1,5	0,83/1,5	0,83/1,5
11	Кількість пасажирів	4	2	4	2
12	Кількість і потужність двигунів, кВт	4x1,5	2x1,5	4x1,5	2x1,5
13	Кількість стійок	6	6	6	6
14	Швидкість підйому, м/хв.	6	6	6	6
15	Максимальна швидкість вітру при роботі, км/год. без кріплення з кріпленням	45	45	45	45
		55	55	55	55
16	Максимальна швидкість вітру (неробочий стан), км/год	150	150	150	150

17	Відстань від платформи до землі, м	90	60	90	60
18	Напруга, В	400			

Таблиця 1.2. Основні характеристики обладнання підйомника

п/п	Параметри	Числові значення
1	Живлення, трифазний струм з зануленням і заземленням	400 В
2	Частота	50 Гц
3	Максимальна потужність: Двощогловий підйомник Однощогловий підйомник	6 кВт 3 кВт
4	Переріз провідника: Двощогловий підйомник Однощогловий підйомник	5x4 мм ² 5x4 мм ²
5	Коливання напруги	10%
6	Напруга керування, змінний струм	24 В, 48 В
7	Частота	50 Гц
8	Параметри теплового захисту: Двощогловий підйомник Однощогловий підйомник	32 А 16А
9	Параметри спрацювання захисту	
10	Чутливість	300 мА
11	Струм спрацювання захисту	40 А
12	Напруга для портативного інструменту	230 В
13	Максимальний струм для портативного інструменту	16 А

Підйомник GOIAN GP-40 - функціональна машина, робота якої оснований на використанні зубчатої рейки і шестерень, які дозволяють встановити платформу на будь-якій висоті, забезпечуючи користувачу ряд переваг над звичайними системами і виконані з модульних компонентів. Всі матеріали для виготовлення підйомника - вищої якості (S-355/Fe-510/St-52,3).

З використанням вуглецевих і спеціальних сталей. Робоча платформа GOIAN GP-40 спроектована і виготовлена згідно з європейськими стандартами:

- 89/392 CE директива по обладнанню і наступні модифікації;
- 39/336CE директива по обладнанню і наступні модифікації;
- EN1495 підйомні платформи/основні платформи на мачті;
- EN292-1; EN292-2 безпечність обладнання;
- EN60204- 1 безпечність електрообладнання.

Модель G-40 з однією щоглою (рис.1.4, а) (чи однією колоною) – це підйомна платформа, що складається з основи 1 з опорами, на яких встановлені вертикальні елементи 2 (мачти), утворюючи колону. Вздовж неї, завдяки зубчастій рейці та шестерні 4, підймальний пристрій (вантажна платформа) вертикально переміщується, здійснюючи пересування горизонтальної робочої платформи 3.

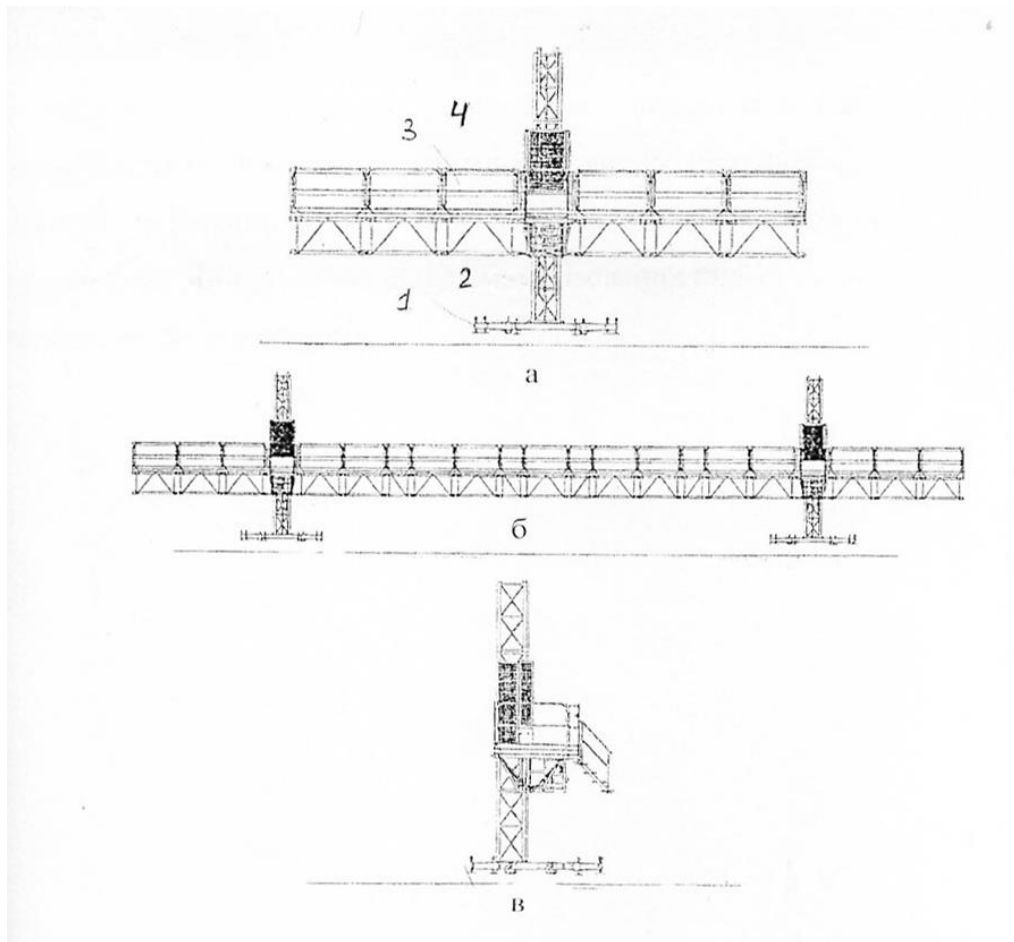


Рис. 4. Загальна будова підйомника: а – вид спереду двощоглового; б – вид спереду однощоглового підйомника; в – вид збоку

Двощоглова робоча платформа (рис. 4, б), і основи, на яких встановлюються вертикальні елементи (щогли), що утворюють дві колони. Вздовж них, з допомогою зубчатих рейок і шестерень, два підйомних пристрої (шасі) пересуваються вертикально, здійснюючи привод горизонтальної робочої платформи. Горизонтальні балки з'єднуються, утворюючи робочу поверхню, одночасно підтримуючи огороження (висота огороження 1500 мм і 830 мм). Висувні секції платформи з огороженням ближче до фасаду встановлюються телескопічно. Вертикальний рух здійснюється по колонам з вертикальною зубчатою рейкою, яка містить також секції щогли з'єднані болтами, забезпечуючи відповідну конфігурацію колони, по якій здійснюється

вертикальний рух. Пристрій ділиться на дві основи, що призначені для передачі навантажень на ґрунт і забезпечуючи можливість роботи платформи.

Висновки:

1. Розглянута сучасна система формування будівництва має враховувати застосування підйомників для виконання допоміжних робіт.
2. На ринку України пропонується певні конструкції підйомників, що оснащені певним набором пристроїв, однак механізованих підмостей не існує, що і є предметом даного проекту.
3. Маневрування підйомника забезпечує економічність при застосуванні розосереджений малооб'ємних об'єктах, а невеликі габаритні розміри дають можливість працювати на не великих майданчиках.

1.3. Вибір конструктивної схеми підмостків і її опис

Складовими частинами підйомника є (рис. 5):

1. рама основна;
2. візок пересувний;
3. пантограф;
4. аутригер;
5. майданчик обслуговування;
6. підйомний кран;
7. механізм підйому і пересування.

Рама основна призначена для монтажу і кріплення вузлів підйомника-пантографа і аутригерів.

Рама зварної конструкції виконана із швелерів № 14 і листової сталі товщиною 6...10мм. Основна рама складається також з кронштейна для кріплення аутригерів.

Візок пересування призначений для кріплення механізмів пересування і підйому пантографа. Основна рама встановлюється на візку пересування і закріплюється болтами М20.

Пантограф призначений для підйому майданчика обслуговування на задану величину підйому.

Пантограф являю собою механізм паралелограмного типу і виконаний з шарнірно з'єднаних між собою за допомогою осей шести рам.

Балки рам виготовленні з швелера №18, провусини і ребра жорсткості з листової сталі 5...6мм.

Підйом майданчика обслуговування здійснюється механічними способами за допомогою передачі «гвинт – гайка».

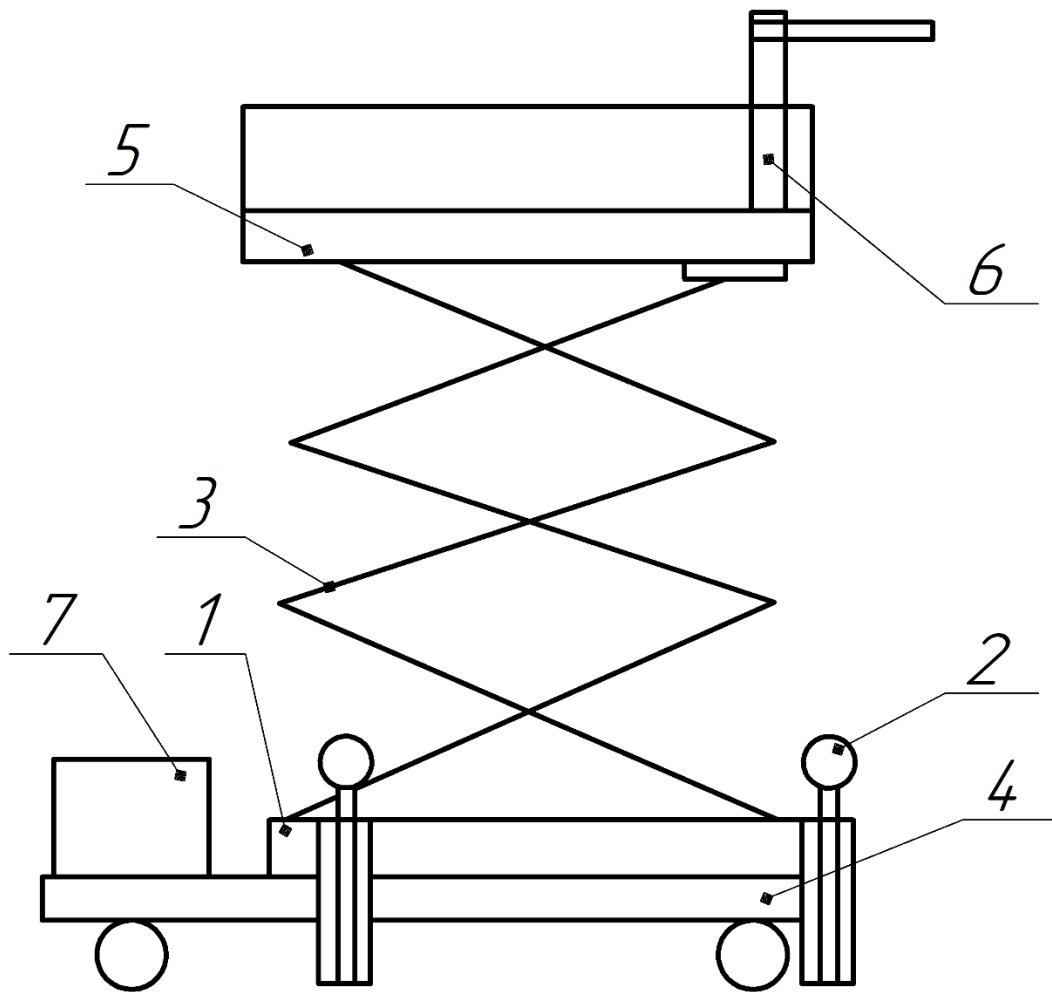


Рис. 5. Схема пересувних самопідйомних підмістків

Система паралелограмного шарнірного з'єднання рами пантографа забезпечує горизонтальне положення майданчика обслуговування при підйомі і опусканні.

Аутригери призначені для розвантаження візка пересування і коліс при підйомі майданчика обслуговування і придання стійкості підмісткам.

Майданчик обслуговування призначений для розміщення людей, інструментів і матеріалів. Він є робочим місцем виконавців при виробництві загальнобудівних робіт.

Підйом майданчика обслуговування і пересування підмістків здійснюється тим самим механізмом, мається ричаг перемикання, з'єднаний з муфтами зчеплювальним кулачком.

2. Основні задачі при проектуванні мобільного риштування

Самопідйомні пересувні підмостки призначені для виконання електромонтажних робіт (штукатурка, побілка, фарбування) промислових будівель.

Алгоритм розробки механізму підйому:

- механізм підйому з встановленим на ньому крані, необхідними інструментами і матеріалами, людьми (2 людини);
- механізм пересування підмостків;
- кран для підйому необхідних інструментів і матеріалів.

Технічні вимоги:

- вантажопідйомність, кг	800
- швидкість пересування, м/хв	5
- висота підйому, м	4,5

Габаритні розміри візка:

- довжина, м	2,4
- ширина, м	1,2
- висота, м	1,7

Для крана:

- вантажопідйомність, кг	100
- виліт, м	1,6
- поворот крана	вручну
- маса крана, кг	300

3. Загальний розрахунок

3.1. Конструкція і розрахунки самохідного візка

Візок пересування призначений для кріплення механізму пересування, на ньому встановлена основна рама. Підйом майданчика обслуговування здійснюється механічним способом – передача гвинт-гака.

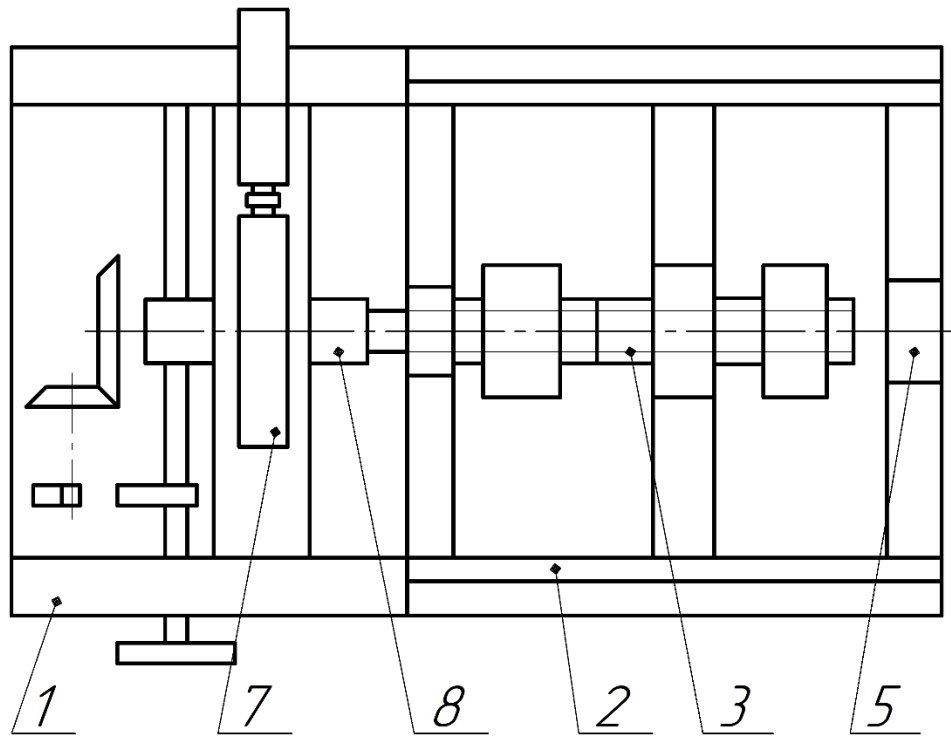


Рис. 6. Схема самохідного візка:

1. Рама нижня, зварної конструкції з швелером N20.
2. Рама, на котрій закріплюється пантограф зварної конструкції з швелером N14 і листової сталі товщиною 6...10 мм. На основній рамі закріплені 4 аутригера.
3. Гайка.
4. Гвинт.
5. Підшипник.
6. Двигун.
7. Редуктор.
8. Муфта.

Кінематична схема пересування підмостків, підйому майданчика
обслуговування

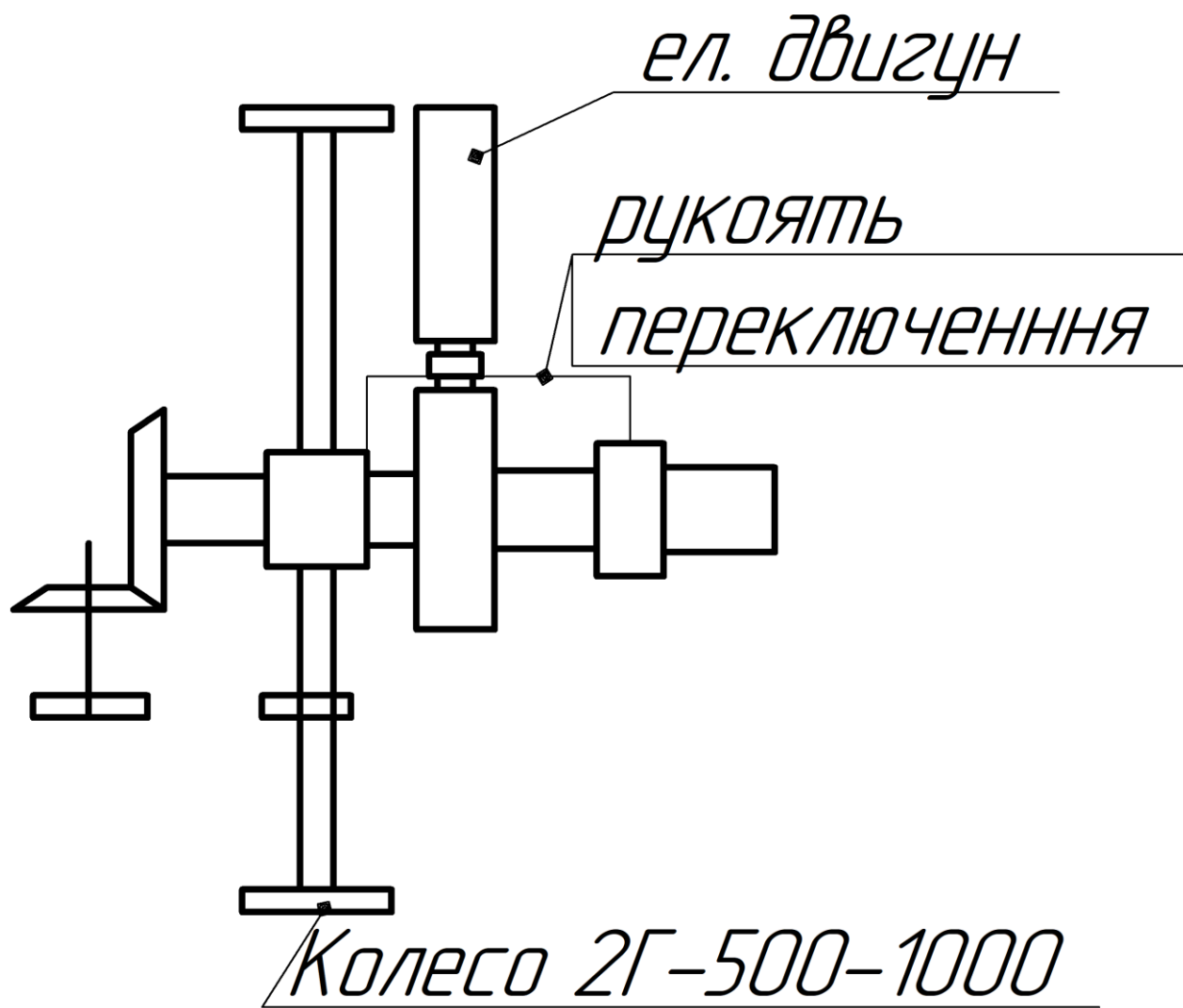


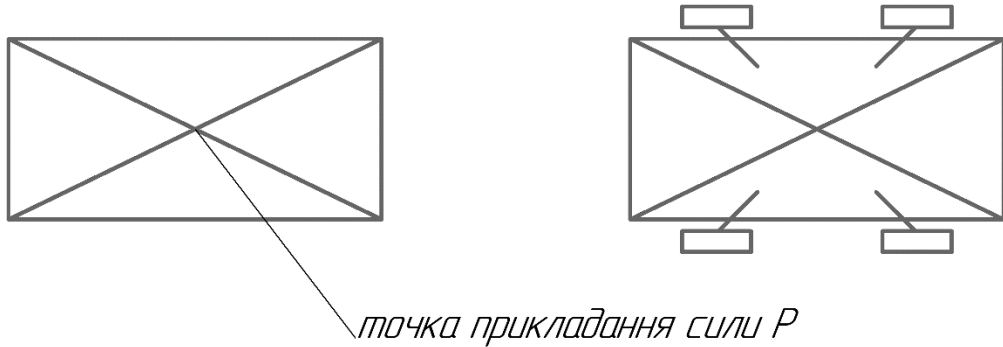
Рис. 7. Кінематична схема пересування підмостків, підйому майданчика
обслуговування

3.1.1. Розрахунок механізму пересування

Вихідні данні: підйомник встановлений на майданчику з бетоном основою у закритому приміщенні.

Режим роботи – середній.

Швидкість пересування 5м/хв. = 0,083 м/сек



$$R = \frac{P}{2} = \frac{21,06}{2} = 10,53 \text{ Кн}$$

$$P = b + Q + S_Q = 20 + 1 + 0,06 = 21,0 \text{ Кн}$$

де $Q = 20 \text{ Кн}$ – вага підйомника;

$S_Q = 0,06 \text{ кН}$ – середнє квадратичне відхилення випадково складаюча вантажу.

Визначаємо опірність пересуванню підйомника.

Опірність переміщення визначаємо при русі на прямолінійній і криволінійних ділянках шляху.

$$W_c = W_g + W_y + W_k$$

де W_g – опірність руху по асфальтній дорозі з уклоном 3°;

$$W_g = f_c \cdot \sigma \cdot \cos \gamma = 0,14 \cdot 20 \cdot 0,997 = 2,79 \text{ Кн}$$

f_c – коефіцієнт опірності – дорога є цементно-бетонним покриттям. (табл.47) (4).

W_k – опірність на криволінійній ділянці.

$$W_k = \mu_0 \frac{\rho}{k} \sigma$$

де $\mu_0 = 0,4$ (табл.47) (4).

$\rho = 0,03 \dots 0,05$ - приведенне плече прикладання сили тертя на майданчику, опірність колеса з покриттям.

$R = 3,5 - 7,5$ м - радіус по зовнішньому колесу.

$$W_k = 0,4 \frac{0,04}{5} 20 = 0,064 \text{ кН}$$

$$W_y = 0 - \text{відхилення ухилу.}$$

$$W_c = 2,79 + 0,064 = 2,85 \text{ кН}$$

Розрахунок двигуна, передач і гальма виконуємо для режиму по горизонтальному шляху з твердим покриттям з максимальній швидкістю.

$$N_p = \frac{W_c V_k}{t_m} = \frac{2,85 \cdot 0,083}{0,85} = 0,27 \text{ кВт}$$

По каталогу вибираємо електродвигун серії МТФ с фазою 50 Гц 220/380 і 500В

МТФ 111-6 N=1,7 кВт (ПВ=25%):

- частота обертання $n=850$ об/хв;
- максимальний момент 40 Нм;
- момент інерції ротора $I_p = 0,0216$ кг · м²;
- маса електродвигуна 61 кг.

Частота обертання ходових коліс (max)

$$\eta_k = \frac{60 V_k}{\pi D_k} = \frac{60 \cdot 0,083}{3,14 \cdot 0,5} = 3,17 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Загальне

$$i_m = \frac{n}{n_k} = \frac{850}{3,17} = 268$$

3.1.2. Розрахунок механізму підйому вантажа

Вихідні данні: на майданчику встановлений кран вагою 400 кг (з вантажем), знаходяться люди с обладнанням.

Знаходимо відстань від осі обертання майданчика до центра ваги (горизонтальна координата):

$$C = \frac{\sum G_i l_i}{G} = \frac{1 \cdot 2,35 + 3 \cdot 1,05 + 2 \cdot 0,75 + 1,66 + 1,125 + 0,17 \cdot 1 + 0,17 \cdot 1}{1 + 3 + 2 + 1,66 + 0,17 + 0,17} = 0,9 \text{ м}$$

де G_i – прийняті в кН;

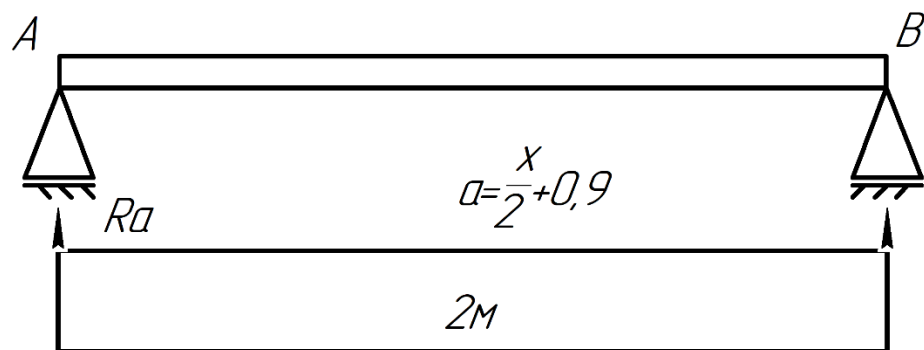
l_i – прийняті в м;

G – загальна вага майданчика

На відстані 0,9 м від вісі обертання знаходиться сила, яка дорівнює 7,2 кН.

Розглядаємо нижню частину майданчика, як балку на двох опорах.

Майданчик опущений, знаходимо реакції в опорах.



$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = R_B \cdot 2 - 7,2 \cdot a$$

$$a = 1,9 \text{ м}$$

$$R_B = \frac{7,2 \cdot 1,9}{2} = 6,84$$

$$M_B = 0$$

$$\sum M_B = 2R_A - 7,2 \cdot 0,1$$

$$R_B = \frac{7,2 \cdot 0,1}{2} = 0,36$$

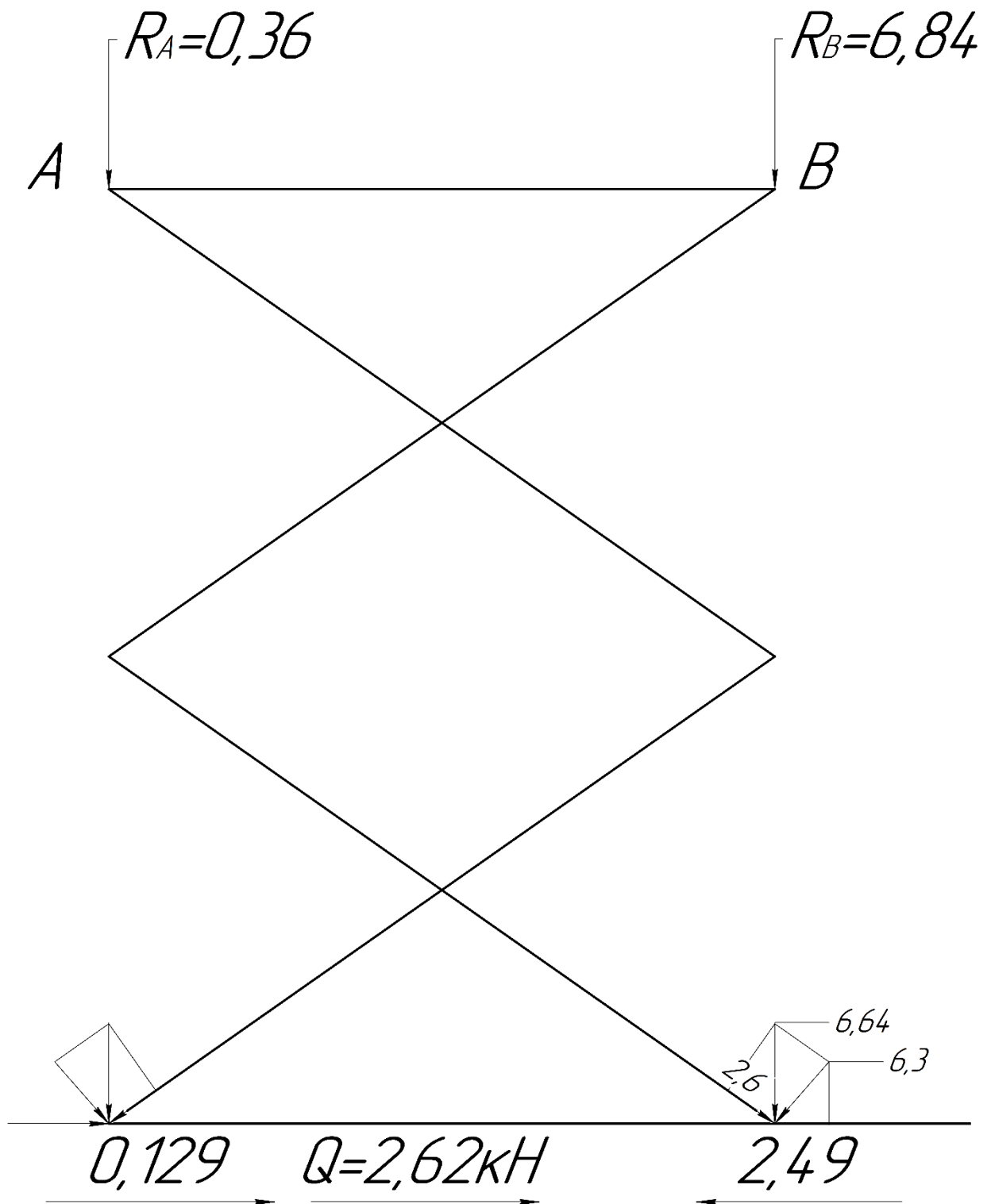


Рис. 8. Схема механізму підйому вантажу

3.1.3. Розрахунок ходових гвинтів

Уп 100x12 - упорність 100 і кроком 12

Вихідні дані:

Q - тягове зусилля	2,62 кН
Зовнішній діаметр, мм	$d_1=100$
Середній діаметр, мм	$d_2=91$
Внутрішній діаметр, мм	$d=79,174$
Хід гвинтової лінії, мм	$S=150$
Число заходів різі	z
Довжина гайки	l
Межа текучості ϵ	ζ_1 , (матеріалу гвинта)
Крок різі	$P=12$

3.1.4. Розрахунок на міцність

- Кут підйому гвинтової гайки

$$\operatorname{tg}B = \frac{S}{\pi d_2} = \frac{15}{3,14 \cdot 91} = 0,052$$

- ККД передачі

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}B}{\operatorname{tg}(p + p)} = \frac{0,52}{\operatorname{tg}(3 + 6)} = 0,63$$

При малих швидкостях кут тертя $p=6\dots 8$

- Допустима напруженість на матеріалі гвинта, кгс/см

$$[\zeta_B] = \frac{[\zeta_T]}{3 \cdot 3,35} = \frac{360}{3} = 120 \text{ мПа}$$

- Розрахункова площа перетину гвинта

$$F = 0,78 \cdot d^2 = 0,78 \cdot 100^2 = 7800 \text{ см}^2$$

- Приведене напруження гвинта

$$\zeta_{\text{пр}} = \frac{Q}{F} \sqrt{1 + 1,6 \left(\frac{S}{\eta \cdot d_1} \right)^2}$$

$$\zeta_{\text{пр}} = \frac{26}{78} \sqrt{1 + 1,6 \left(\frac{0,15}{0,33 \cdot 0,1} \right)^2} = 1,95$$

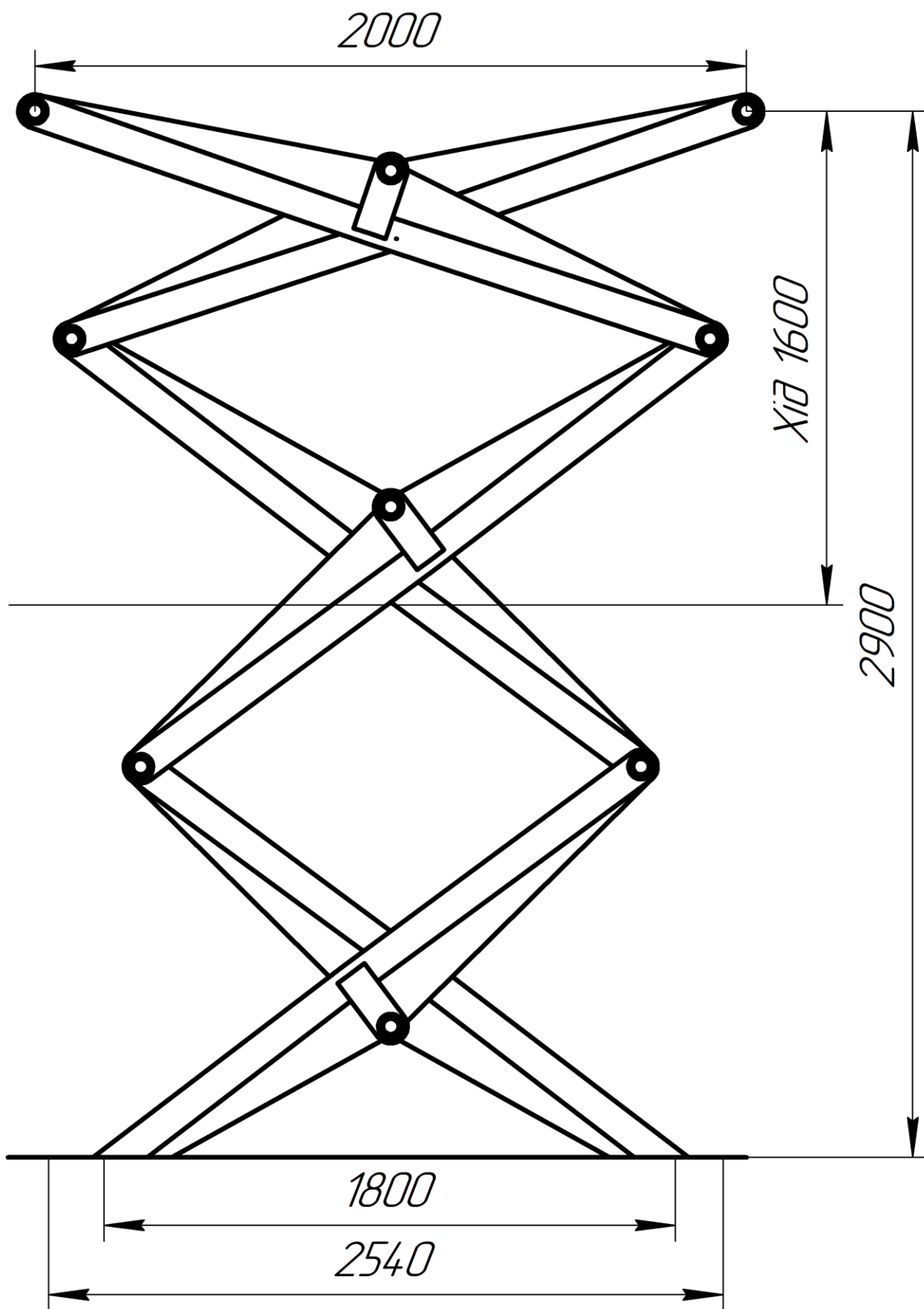


Рис. 9 Схема пантографа

3.1.5. Розрахунок на зносостійкість

- Робоча висота гвинта різі

$$t_2 = \frac{d - d_1}{2} = \frac{10 - 7,9}{2} = 1,05\text{м}$$

- Середній тиск на робочу поверхню різі

$$g = \frac{I}{II} = \frac{QS}{lzd_2}$$

$$[g] = 80 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 8 \text{ мПа}$$

$$g = 16,2 \text{ кгс/см} = 1,62 \text{ мПа}$$

$$g = [g]$$

3.1.6. Розрахунок на стійкість

За розрахункову довжину гвинта приймають найбільшу імовірну відстань між опорами гвинта.

Вихідні данні:

- d'_{on} - діаметр лівої опори гвинта, см;
- d''_{on} - діаметр правої опори гвинта, см;
- l' - довжина лівої опори гвинта, см;
- l'' - довжина правої опори гвинта, см;

Модуль пружності матеріалу гвинта:

$$E = 2 \dots 2,1 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$$

Розрахунковий момент інерції поперечного перетину гвинта, см:

$$Y_{\text{расч}} = 0,01 \left(2 \dots 3 \frac{d}{d_1} \right) d^4$$

$$Y_{\text{расч}} = 0,01 \left(2 \cdot \frac{10}{7,9} \right) 7,9^4 = 98,6 \text{ см}^4$$

Задаємо частоту обертання гвинта для підйому майданчика

$$n = 60 \text{ об/хв}$$

$$\omega = 6,2 \text{ рад/хв}$$

$$N = M \cdot \omega$$

$$\text{Момент } M = F \cdot l$$

$$F = 2,62 \cdot \text{tg } \alpha$$

$$F = 2,62 \cdot 1,5 = 4,03 \text{ кН}$$

$$M = 4,03 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ кН}$$

Визначаємо необхідну потужність

$$N = 0,4 \cdot 6,2 = 2,5 \text{ кВт}$$

$$n = 60 \text{ об/хв}$$

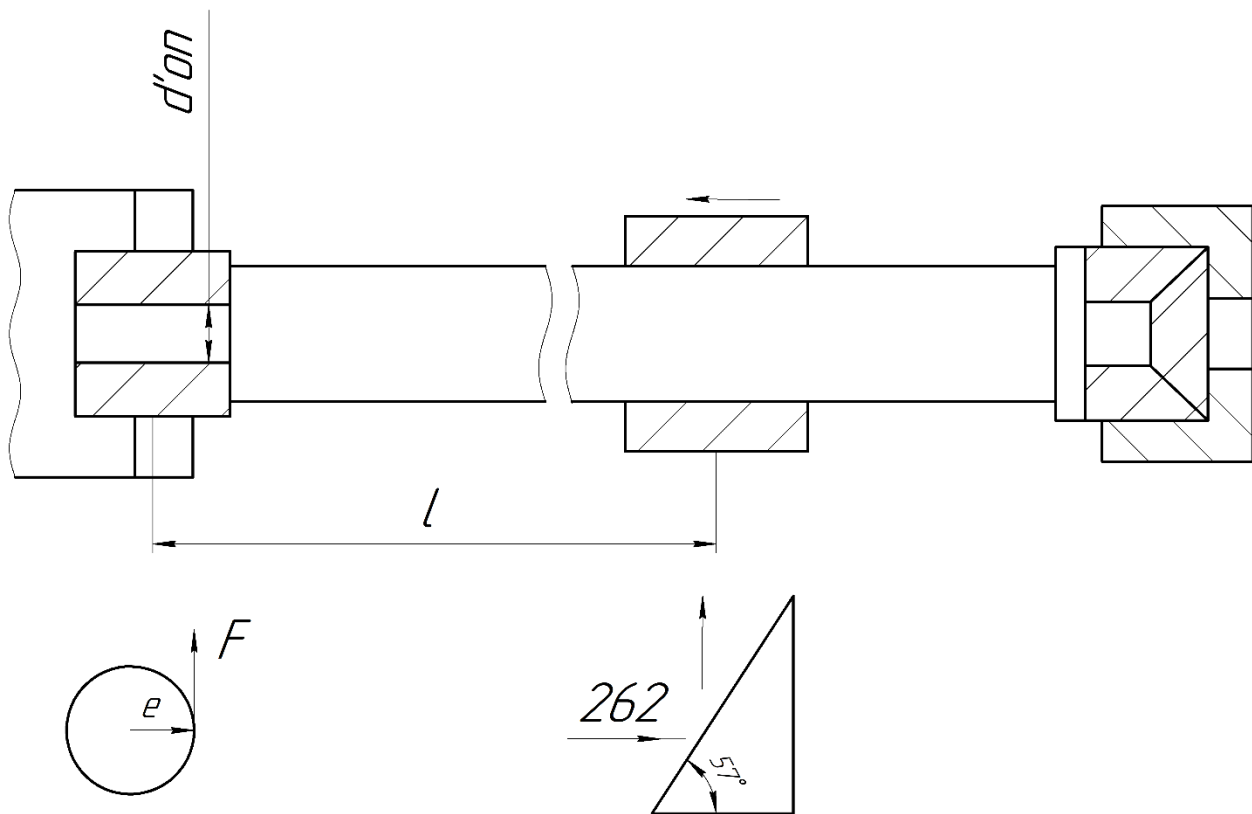


Рис. 10 Схема розрахунку стійкості майданчика

Вибираємо електродвигун серії МТФ з фазовим ротором 50 Гц серія МТФ 111-6, потужність на валу $N = 2,8\text{кВт}$, частота обертання $n = 920\text{ об/хв}$.

Знаходимо передаточне число

$$i = \frac{920}{60} = 15,3$$

Вибираємо редуктор черв'ячний одноступеневий з нахильним передаточним відношенням $i_n = 16$ $U = 100$, частота обертання швидкохідного вала $n = 1000\text{хв}^{-1}$, $\omega = 104,66\text{ рад/сек}$.

Номінальний обертовий момент на тихохідному валу редуктора

$$T_n = 440\text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$\text{ККД} = 0,87$$

3.2. Конструкція і розрахунок крана

Вихідні дані:

- вантажопідйомність, т	0,1
- виліт, м	1,6
- маса крана, т	0,3
- висота підйому крюка, м	6,7
- поворот крана здійснюється вручну	

3.2.1. Розрахунок механізму підйому вантажа

По аналогії з існуючим механізмом підйому приймаємо конструктивно механізм, до складу якого входять: електродвигун, редуктор, гальма, барабан і поліспасти.

Механізм підйому вантажу повинен розраховуватися на дію нормативної $Q'' = 0,3\text{т}$ і випадковою складовою визначаємо по формулі

$$S_Q = K_3 \cdot Q'' = 0,08 \cdot 0,3 = 0,024 \text{ т}$$

K - коефіцієнт, визначається по табл. 26 (1).

Тоді розрахункова вантажопідйомність

$$Q = Q'' + S_Q = 0,3 + 0,024 = 0,324 \text{ т}$$

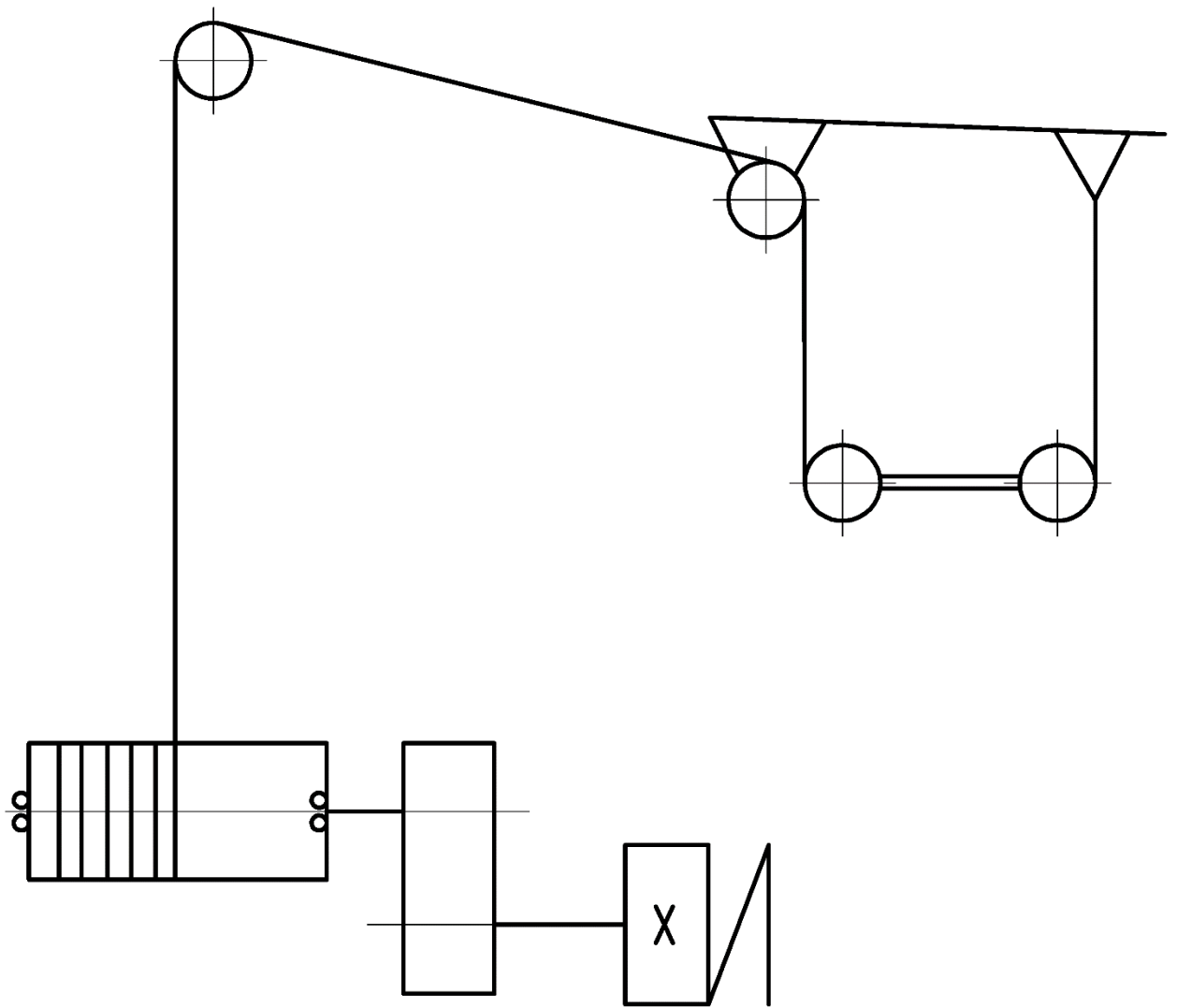


Рис. 11. Механізм підйому вантажу

3.2.2. Розрахунок і вибір каната і барабана

Користуючись табл. 32(1), приймаємо простий поліспаст кратністю $U=2$
ККД поліспаста:

$$\eta_n = \frac{(1 - \eta_6^2) \cdot \eta_6}{(1 - \eta_6) \cdot u} = \frac{(1 - 0,98^2) \cdot 0,98}{(1 - 0,98) \cdot 2} = 0,97$$

Загальний ККД канатно-блочної системи:

$$\eta_0 = \eta_n \cdot \eta_6 = 0,97 \cdot 0,98 = 0,95$$

Максимальне зусилля каната у вітці, що намотується на барабан

$$S_{max} = \frac{Q}{z \cdot \eta_0} = \frac{3240}{2 \cdot 0,95} = 1705 \text{ Н}$$

де $Q = 3240 \text{ Н}$ - вага вантажу

$z = 2$ - загальна кількість вітвей каната, на котрих висить вантаж.

$\eta_0 = 0,95$ - загальне ККД канатної блочної системи.

Розривне зусилля у канаті

$$S_p = S_{max} \cdot n_k = 1705 \cdot 5,5 = 9377,5 \text{ Н}$$

де $n_k = 5,5$ - коефіцієнт запасу міцності каната (табл33, 1)

Вибираємо канат 17,5-Г-І-Н-1660 ГОСТ 1665 - 80 вантажний з лінійним доторканням дротиків, конструкції бх25 з органічним сердечником першої марки з дроту без покриття правої хрестової завивки діаметром 8,1мм з розривним зусиллям.

$$S_p = 33950 \text{ Н з межою міцності } 1666 \text{ мПа, по ГОСТ 7665 – 80}$$

Максимальний діаметр барабана і блоків о центру витків каната:

$$D_6 \geq d_k \cdot l = 8,1 \cdot 18 = 145,8 \text{ мм}$$

де $l = 18$

Приймаємо конструктивно діаметр барабана $D = 150 \text{ мм}$.

$D_6 = 477,5 \text{ мм}$ – з урахуванням намотаного канату.

Робоча довжина канату, що намотується на барабан при підйомі:

$$l_{роб} = H \cdot U = 6,7 \cdot 2 = 13,4$$

Кількість робочих витків

$$z_{\text{роб}} = \frac{l_{\text{роб}}}{\pi \cdot D_6} = \frac{13,4}{3,14 \cdot 0,15} = 28,45 \approx 29$$

Загальна кількість витків

$$z_{\text{заг}} = z_{\text{роб}} + z_{\text{доп}} + z_{\text{закр}} = 29 + 2 + 5 = 36$$

де, $z_{\text{доп}} = 2$ – мінімальна кількість запасних витків, приймаємо 1,5...2;

$z_{\text{закр}} = 5$ – мінімальна кількість витків на закріплення (3 витка), з урахуванням ділянок з обох сторін барабана виходу різця при виготовлені нарізки.

Необхідна довжина барабана при одношаровій навивці каната:

$$L_6 = z_{\text{заг}} \cdot t = 36 \cdot 10 = 360 \text{ мм}$$

Приймаємо навивку у два шара, тоді $L = 180$ мм.

3.2.3. Розрахунок і вибір електродвигуна, редуктора, гальма

Статична потужність електродвигуна при підйомі номінального

$$N_p = \frac{Q \cdot V}{\eta_H} = \frac{3,24 \cdot 0,333}{0,85} = 0,91 \text{ кВ}$$

де $Q = 3,24 \text{ кН}$

$$V = 0,333 \text{ м/с}$$

$$\eta_H = 0,85$$

Вибираємо крановий електродвигун серії МТФ з фазовим ротором 50Гц, типу МТФ 111-6. з потужністю на валу $N = 1,7 \text{ кВт}$; частота обертання валу $n = 850 \text{ об/хв}$; $\omega = 89 \text{ рад/сек}$; при ПВ = 25%, з моментом інерції ротора $I_p = 0,216 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; максимальним моментом $M_{\max} = 40 \text{ Н} \cdot \text{м}$; маса електродвигуна - 51 кг.

Швидкість намотування каната на барабан:

$$V_k = V \cdot U = 0,333 \cdot 2 = 0,666 \text{ м/сек}$$

Частота обертання барабана:

$$n_6 = \frac{60 \cdot V_k}{\pi \cdot D_6} = \frac{60 \cdot 0,666}{3,14 \cdot 0,15} = 84,8 \text{ об/хв}$$

Необхідне розрахункове передаточне число редуктора:

$$i_{pp} = \frac{n}{n_6} = \frac{850}{84,5} \approx 10$$

По каталогу редукторів обираємо для середнього режиму роботи при частоті обертання вхідного валу 1000 об/хв., редуктор Ц2-280 з передаточним числом $i_p = 9,8$, може передавати потужність 23,8 кВт

Тоді фактична швидкість підйому:

$$V_\phi = V \cdot \frac{i_{pp}}{i_p} = \frac{10}{9,8} \cdot 0,333 = 0,34 \text{ м/сек}$$

Перевірка двигуна на витривалість часу пуску.

Визначаємо середній час пуску при підйомі номінального вантажу

$$t_n = \frac{Y_{\text{пр}} \cdot w}{M_{\text{п.ср}} - M_{\text{ст}}} = \frac{0,123 \cdot 89}{30,7 \cdot 19,5} \approx 0,9 \text{ с}$$

де $Y_{\text{пр}}$ – момент інерції механізму підйому при пуску, приведений до валу двигуна

$$I = \delta(I_p + Y_M) + \frac{Q + R^2 \cdot \delta}{U^2 \cdot i_p^2 \cdot \eta_M} = 1,20(0,0216 + 0,0763) + \frac{324 \cdot 0,075^2}{2^2 \cdot 9,8^2 \cdot 0,85}$$

$$= 0,123 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$Y_M = 0,0763 \text{ кг/м}^2$$

Момент інерції муфти з гальмівним шківом, що з'єднує вали двигуна і редуктора:

$M_{\text{п.ср}}$ – середній пусковий момент

$$M_{\text{п.ср}} = \frac{M_{\text{max}} + 1,1 \cdot M_H}{2} = \frac{40 + 1,11 \cdot 19,9}{2} = 30,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Номінальний момент двигуна:

$$M = 9750 \frac{N}{\eta} = 9750 \frac{1,7}{850} = 19,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ст}} = \frac{Q \cdot D_6}{2u \cdot i_p \cdot \eta_M} = \frac{3240 \cdot 0,15}{2 \cdot 2 \cdot 9,8 \cdot 0,85} = 14,58 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де $Q = 3240\text{Н}$ - маса груза

Середнє прискорення:

$$a_{\text{ср}} = \frac{0,34}{0,9} = 0,373 \text{ м/с}^2$$

Кран може експлуатуватися.

3.2.4. Перевірка двигуна по моменту

Умови вірного вибору електродвигуна

$$KM^H \leq m_0 \cdot M^p$$

де $1,5 \cdot 13,5 \leq 0,76 \cdot 40$

$$20,25 \leq 30,4$$

$K = 1,5$ - коефіцієнт перевантаження;

M^H – момент на валу двигуна від нормативних складових навантаження:

$$M^H = \frac{(Q^H \cdot D_6)}{24 \cdot i_p \cdot \eta_M} = \frac{3000 \cdot 0,15}{2 \cdot 2 \cdot 9,8 \cdot 0,85} = 13,5 \text{ Н}$$

$m_0 = m_1 + m_2 = 0,95 \cdot 0,8 = 0,76$ – коефіцієнт умов роботи,

де $m_1 = 0,95$ – коефіцієнт відповідальності при II класі відповідальності елемента, табл. 24, (4).

m_2 – коефіцієнт враховуючий умови роботи (табл. 25,4)

$M^p = M_{max}$ – максимальний момент двигуна

Отже, вибраний двигун задовольняє перевірки по моменту.

3.2.5. Визначення гальмівного моменту і вибір гальма

Розрахунковий гальмівний момент у відповідності з технаглядом

$$M_\Gamma = R_\Gamma \cdot M_{ст.\Gamma} = 1,75 \cdot 10,5 = 18,37 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$R_\Gamma = 1,75$ – коефіцієнт заносу гальмування;

$M_{ст.\Gamma}$ – статичний гальмівний момент

$$M_{ст.\Gamma} = \frac{Q \cdot D_6 \cdot \eta_M}{2 \cdot u \cdot i_p} = \frac{3240 \cdot 0,15 \cdot 0,85}{2 \cdot 2 \cdot 9,8} = 10,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

По каталогу гальм обираємо двоколodкове гальмо з електродвигуном ТКТ - 100 з максимальним гальмівним моментом $M = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}$ і регулюємо на розрахунковий гальмівний момент за рахунок вимірювання довжини робочої пружини.

Тоді час гальмування:

$$t_{\Gamma} = \frac{Y_{\text{пр}} \cdot w}{M_{\Gamma} - M_{\text{ст.}\Gamma}}$$

де $Y_{\text{пр}}$ – момент інерції механізму підйому при гальмуванні, приведений до валу двигуна.

$$\begin{aligned} Y_{\text{пр}} &= \delta(I_p + Y_m) + \frac{Q \cdot R_{\delta} \cdot \eta_m}{U^2 \cdot t_p^2} = 1,2(0,0216 + 0,0763) + \frac{324 \cdot 0,075^2 \cdot 0,85}{2^2 \cdot 9,8^2} \\ &= 0,12 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \end{aligned}$$

Час гальмування чисельно відповідає часу пуску. Відповідно, при пуску і гальмуванні на валах механізму виникають однакові моменти.

4. Розрахунки на міцність

4.1. Розрахунок валу на міцність

Складаємо розрахункову схему валу. Окружна сила для циліндричної передачі:

$$F_t = \frac{2\pi}{d \cdot w_{m_1}} = \frac{2 \cdot 440}{0,12} = 7333 \text{ Н}$$

де π - номінальний крутний момент на тихохідному валу редуктора;

$d = 120$ мм - діаметр валу

Радіальна сила:

$$F_r = F_t \cdot \tan \alpha \cdot \cos \delta = 7333 \cdot \cos 45 \cdot \tan 20 = 1887 \text{ Н}$$

де $\alpha = 20^\circ$

$\delta = 45^\circ$

Осьова сила:

$$F_d = F_t \cdot \tan \alpha \cdot \sin \delta = 7333 \cdot \tan 20 \cdot \sin 45 = 1887 \text{ Н}$$

Розраховуємо реакції опор:

$$R_{AX} = F_t \frac{a+b}{b} = \frac{75+150}{150} \cdot 7333 = 10999,5 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$R_{BX} = F_t \frac{a}{b} = 7333 \frac{75}{150} = 3666,5 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Розраховуємо реакції опор і навантаження у горизонтальній площині:

$$R_{AY} = \frac{F_r(a+b) - F_d \frac{d_{wm}}{2}}{b} = \frac{1887(75+150) - 1887 \frac{120}{2}}{150} = 2075,7 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$R_{BY} = \frac{F_r \cdot a - F_d \frac{d_{wm}}{2}}{b} = \frac{1887 \cdot 75 - 1887 \frac{120}{2}}{150} = 188,7 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Будуємо епюру моментів M_{uy}

Після побудови епюр згинаючих моментів в двох взаємно перпендикулярних площинах x_i у будуємо епюру сумарних згинаючих моментів:

$$M_u = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{549900^2 + 28305^2} = 550627 \text{ Н}$$

При побудові епюри приведених моментів використовуємо третю гіпотезу міцності. Приведений момент визначаємо по залежності

$$M_{пр} = \sqrt{(M_u^2 + (\alpha T)^2)} = \sqrt{(550627^2 + (20 \cdot 440)^2)} = 550699 \text{ Н}$$

де $\alpha = 20^\circ$ - коефіцієнт, що враховує різницю у характеристиці циклів напруги згину і кручення.

Розрахунок валу на міцність

Складаємо розрахункову схему валу

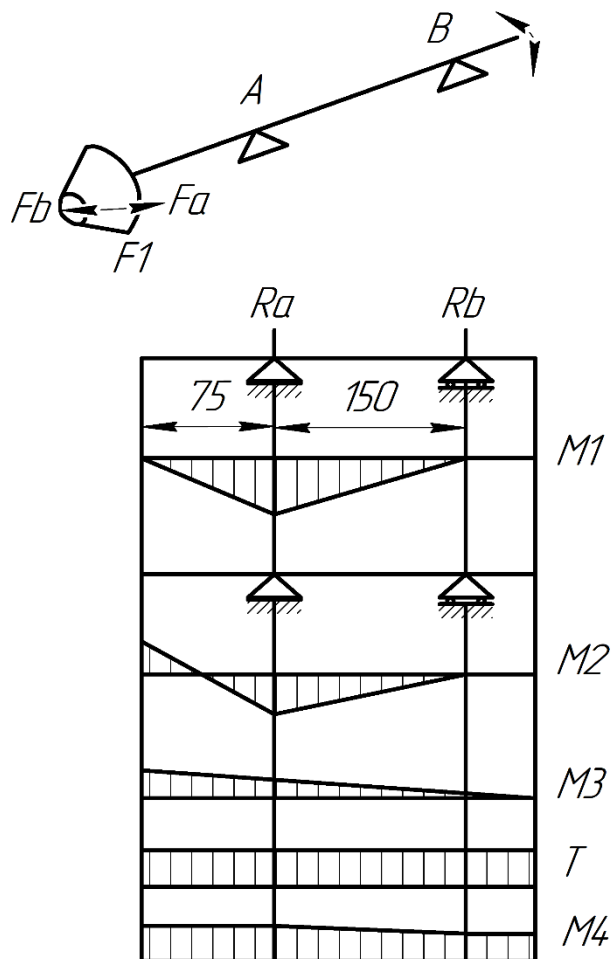


Рис. 12. Розрахункова схема валу

Епюра приведених моментів має нелінійний характер. Однак для вала круглим розрізом ця обставина не суттєва і епюра відображається плоскою

4.2. Розрахунок ланцюгової передачі

4.2.1. Корисна потужність, що передається ланцюгом

$$N = \frac{F_t \cdot V}{1000} = \frac{440 \cdot 12}{1000} = 87,99 \text{ кВт}$$

де F_t - окружна сила

4.2.2. Середня швидкість руху ланцюга

$$V = \frac{z \cdot n \cdot t}{60 \cdot 1000} = \frac{20 \cdot 1000 \cdot 12,7}{60 \cdot 1000} = 12 \text{ м/с}$$

де z - число зубів зірочки;

n - частота обертання зірочки;

t - крок ланцюга.

Швидкість ланцюга і частота обертання зірочки обмежена зносостійкістю параметрів ланцюга.

З підвищенням швидкості зростає робота сил тертя у шарнірах і сила удару ланцюгу о зірочку, а також рівень шуму.

Тому найбільш розповсюдження отримав тихохідний і середньохідний ланцюг передачі зі швидкістю зірочки

$$V \leq 15 \text{ м/сек}$$

4.2.3. Розрахунок навантажень ланцюгової передачі

Навантаження ланок ланцюга визначається в нормальному початковому натяжінні і достатньої жорсткості валів і опор.

Приблизне навантаження, діюче на вал для передачі нахилених до горизонту 40° , приймаємо:

$$R = (1,15..1,20)F_t = 1,17 \cdot 440 = 514,8 \text{ Н}$$

4.3. Розрахунок стріли на міцність

Консольна частина закріплена між швелерами, по якій рухається каретка. Для розрахунку стріли приймаємо швелер N8 $\sigma_T = 230\text{МПа}$ і розглянемо його, як жорстко закріплену балку.

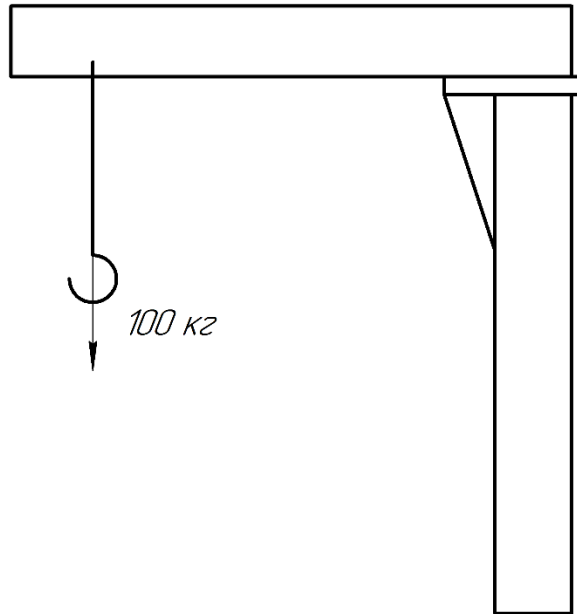


Рис. 13. Схема підйомного крана

Для розрахунку швелерів розбиваємо навантаження на два, так як стріла має в перетині два швелера і навантаження розподіляються рівномірно.

Будуємо епюри моментів.

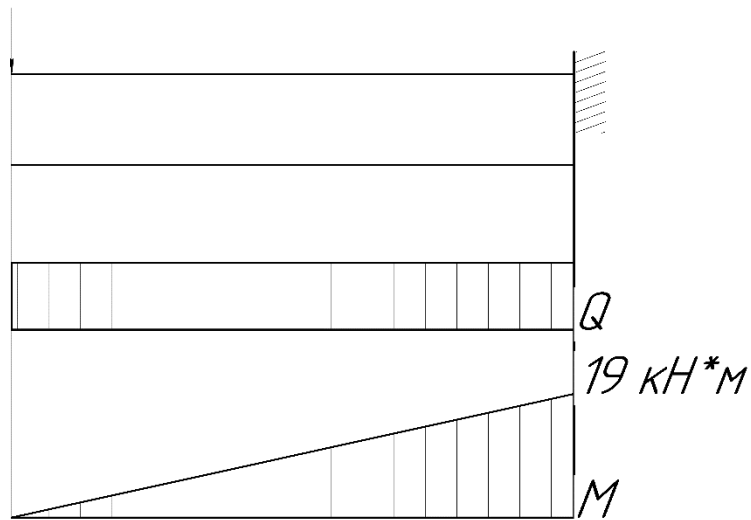


Рис. 14. Епюра моментів

Максимальний момент дорівнює 19 кНм. Небезпечним перетином буде місце кріплення стріли.

Вибираємо по довіднику момент інерції і момент опірності перетину відносно нейтральної вісі для швелера

$$Y_x = 1520\text{см}^3 \quad W_x = 152\text{см}^3$$

Найбільш нормальне напруження в небезпечному перетину.

$$\tau_{max} = \frac{\max M_x}{V_x} < [\tau]$$

де $[\tau]$ - допустиме напруження.

$$\tau_{max} = \frac{19 \cdot 10^4}{152} = 1250 \text{ кг/см}^3 < [\tau]$$

$$\tau_{max} = 12,5 \text{ мПа} < 230 \text{ Мпа}$$

Отже, міцність стріли в небезпечному перетині забезпечена.

Залишаємо прийнятий швелер.

5. Техногенна безпека

5.1. Небезпечні і шкідливі фактори, що виникають при роботі устаткування

Кранівник працює у дві зміни, а в умовах безперервного технологічного процесу - у три зміни, на висоті, в приміщенні або на відкритому повітрі, переважно у складі бригади.

До професійних шкідливих факторів відносяться несприятливі мікрокліматичні умови, пов'язані з впливом погодних умов і відсутністю достатньої теплоізоляції кабіни, вібрація, шум, перепади освітлення, вимушена робоча поза.

Підстава для установки баштового крана повинно мати відповідну несучу здатність, рейковий шлях для рейкових баштових кранів повинен бути рівним і виконуватися за проектом спеціалізованої організації або виробника крана.

На рейковому шляху повинні передбачатися ділянки для стоянки баштового крана в неробочому стані. Рейкові кранові шляхи мають бути заземлені. Баштові крани повинні розміщуватись на майданчиках з достатнім простором для їх установки, виробництва робіт із забезпеченням вимог безпеки і демонтажу.

У неробочому стані крана гак звільняється від вантажу і повинен бути піднятий, стріла баштового крана знаходиться у горизонтальному положенні, вантажний візок встановлений на мінімальний виліт, кран відведений на ділянку для стоянки, загальмований, кабіна крана закрита на замок.

Сучасні баштові крани відрізняються високою надійністю. Вони забезпечені пристроями, які страхують життя людини від нещасних випадків. Це різного роду обмежувачі, які автоматично припиняють роботу крана при неправильних діях машиніста. Робота кранівника знаходиться під контролем диспетчерських служб, цілодобово чергують ремонтні бригади.

Якщо обслуговувана краном робоча зона будмайданчика погано оглядається з кабіни машиніста і між ним і такелажником відсутня надійна радіо- або телефонний зв'язок, призначають додатковий сигнальник. Для сигналізації користуються добре помітними здалеку червоними або жовтими прапорцями. Порядок обміну сигналами між машиністом і такелажником на будівельному майданчику встановлює адміністрація будівництва. Машиніст має право вимагати повторної перевірки знань такелажника або навіть його відсторонення при порушеннях правил обслуговування крана. Перед початком пересування баштового крана і при необхідності попередити людей, що знаходяться на будмайданчику, про небезпеку під час підйому, переміщення та опускання вантажу машиніст зобов'язаний дати звуковий сигнал. Кабіна баштового крана, що працює на відкритому повітрі, повинна мати суцільну огорожу з усіх боків і суцільне верхнє перекриття. Світлові отвори кабіни виконуються з небиткого (безосколкового) скла з можливістю проводити очищення стекол як зсередини, так і зовні. Підлога кабіни крана з електричним приводом повинен мати настил з неметалевих неслизьких матеріалів і покрита гумовим діелектричним килимком. Баштові крани повинні мати зручні входи з землі на кран і в кабіну крана.

З висоти 2,5 м вертикальні сходи повинні мати огорожі у вигляді ДУГ, встановлюються із кроком не більше 0,8 м і з'єднаних між собою не менше ніж трьома приблизно рівновіддаленими один від одного поздовжніми смугами. Відстань від сходів до дуги має бути не менше 0,7 м і не більше 0,8 м при радіусі дуги 350 - 400 мм.

При висоті сходів більше 10 м повинні влаштовуватися площадки через кожні 6 - 8 м підйому.

При розташуванні сходів всередині трубчастої башти огорожі у вигляді дуг і майданчики можуть бути відсутні,

За несприятливих погодних умовах (грози, сильного вітру) робота припиняється. Управляти краном можуть як чоловік, так і жінка.

Металоконструкції баштового крана, всі металеві частини електрообладнання, що не входять в електричний ланцюг, але які можуть опинитися під напругою внаслідок пробою ізоляції або з інших причин, заземлюються.

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів, які пов'язані з експлуатацією баштових кранів наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 3 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів

№ п/п	Фактор	Джерело	Кількісна оцінка	Норматив
1	2	3	4	5
1.	Вплив вібрації	Вібрація на робочому місці	F=20Гц, A=5·10 м ³	СТ СЕВ 1932-79 СТ СЕВ 2602-80
2.	Вплив шуму	Робота крану	80 Дб	ГОСТ 12.1.018-76
3.	Недостатність освітленість	Слабкість природнього освітлення	2 Лк	СНіП П4-79
4.	Опромінювання зварювальною дугою	Зварювальна дуга при виконанні зварювальних робіт		ГОСТ 12.2.03-75 ГОСТ 17779-72 ГОСТ 12.02.010-75
5.	Враження електричним струмом	При електрозварювальних роботах	36 В	ГОСТ 12.1.013-78
6.	Опіки від розбризкуванні гарячого металу	Газо- або електрозварювання корпусу		СНіП ІІІ-4-80
7.	Забруднення робочої зони оператора крану	Робота крану		СНіП ІІІ-4-80

8.	Пожежна небезпечність	Базова машина є потенційним джерелом пожежі		СНіП III-4i80
----	-----------------------	---	--	---------------

5.2. Технічні заходи з безпеки передбачені в проекті

5.2.1. Методи і засоби зниження вібрації

Вібраціями називаються механічні коливання матеріальних часток, що характеризуються періодичністю зміни параметрів. Вібрації надають шкідливі впливи на організм людини, обумовлюючи виникнення професійних захворювань і зниження продуктивності праці. Низькочастотні коливання до 20Гц, якщо їх вплив систематичне, можуть викликати вібраційну хворобу. У цьому випадку страждає центральна нервова система, з'являються головні болі, порушення сну, стомлюваність, відхілення в роботі внутрішніх органів. Вібрації здатні викликати руйнування фундаментів, конструкцій, прискорюють знос деталей і вузлів.

Розробляючи комплекс засобів по захисту персоналу від вібрації, перш за все слід оцінити можливість і доцільність зниження інтенсивності вібрації і шуму в джерелах їх збуджування.

Повне усунення вібрації в машинах неможливе. Більші того в багатьох машинах інтенсивна динамічна взаємодія виконавчих органів з об'єктами обробки являється основою успішного технологічного процесу. Однак в багатьох випадках мають місце шляхи зниження вібрації.

Віброізоляція - метод захисту від дії вібрації шляхом розміщення між джерелом вібрації і об'єктом, що захищається пристроїв, що деформуються - віброізоляторів. Основний елемент віброізолятора пружний елемент відповідної жорсткості.

При необхідності знаходять використання засоби індивідуального захисту, основані на використанні віброізоляції. До цих засобів відносяться килимки з високоеластичних матеріалів, м'які сидіння, спеціальне взуття на товстій підошві, віброізолюючі рукавички тощо,

5.2.2. Методи і засоби зниження шуму

Виробничим шумом називається сукупність звуків різної інтенсивності і частоти, які безладно змінюються в часі і викликають у працівників суб'єктивне відчуття.

Наслідком шкідливої дії виробничого шуму можуть бути професійні захворювання, підвищення загальної захворюваності, зниження працездатності, підвищення ступеня ризику травм та нещасних випадків, пов'язаних з порушенням сприйняття попереджувальних сигналів, порушення слухового контролю функціонування технологічного обладнання, зниження продуктивності праці.

Не завжди засоби зниження вібрації являються достатніми для доведення шуму у виробничих приміщеннях до бажаного рівня. Універсальними методами зменшення інтенсивності шуму являються звукопоглинання і звукоізоляція.

В загальному випадку енергія з звукових коливаючих хвиль, розподіляється на чотири частини.

Перша з них - енергія відбитих хвиль, друга - енергія поглинута перешкодою, третя - енергія звука, що пройшов через перешкоду, четверта - енергія хвилі, що обігнула перешкоду, якщо її розміри менше довжини хвилі, або близькі до неї.

Радикальним засобом захисту персоналу являється звукоізоляція, причому найбільш дешевим засобом зниження шуму у виробничих приміщеннях являється улаштування звукоізолюючих кожухів, які повністю закривають найбільш шумливі агрегати. Суттєва перевага цього засобу - можливість зниження шуму на будь-яку необхідну величину в розрахункових точках, розташованих на робочих місцях обслуговуючого персоналу.

Кожухи мають оглядові вікна, а також прорізи для вводу комунікації, а також можуть виконуватись знімними або розбірними.

Кожухи можуть виконуватись із сталі, дюралюмінію, фанери і інших листових матеріалів. В середині кожуха рекомендують облицьовувати звукопоглинаючими матеріалами завтовшки 30...50 мм.

5.2.3. Інженерні розрахунки з техніки безпеки

Розрахунок штучного освітлення для відділень по ремонту ДВЗ і діагностики кранів.

При розрахунку штучного освітлення необхідно враховувати розміри освітлюваного приміщення, характер середовища в ньому, точність виконання роботи і т.д.

- Вибираємо тип джерела світла.

У відділеннях температура не знижується, а напруга не падає нижче 90% від номінальної. Вибираємо газо-розрядні лампи.

- Вибираємо систему освітлення.

Критерієм для вибору типу світильника являється забрудненість повітряного середовища, вимоги до вибухо- і пожежобезпеки.

Зорові роботи по степені точності (для першого і другого відділення):

Висока точність – III розряд;

Розташування - 0,30...0,50 мм.

Проводимо розподілення світильників і визначаємо їх число за формулою:

$$l_e = 1,5h_e$$

де h_e – висота підвісу

$l_e = 1,5 \cdot 4 = 6$ м – для відділення діагностики;

$l_e = 1,54 \cdot 3 = 4,5$ м – для відділення ремонту ДВЗ;

$S_1 = 10 \cdot 16 = 160$ м²- площа відділення діагностики;

$S_2 = 12 \cdot 6,5 = 78$ м²- площа відділення ремонту ДВЗ;

$K_1 = S_2/l_e = 26,6 \approx 30$ мм

$$K_2 = S_2/l_e = 17,3 \approx 17 \text{ мм}$$

Визначаємо освітленість на робочому місці.

- розряд робіт для РДВЗ - III – й

$$K_0 = 0,5 \text{ – середній; } E_k = 1000 \text{ мм;}$$

- розряд робіт для ВД IV – й

$$K_0 = 0,5 \text{ – середній; } E_k = 800 \text{ мм;}$$

Розрахуємо потужність джерела світла. При розрахунку спільного освітлення використовують метод світлового потоку.

Світловий потік Φ , з однієї лампи накаливання або групи газоразрядних ламп одного світильника розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_k \cdot S \cdot L \cdot h_3}{h_c \cdot \eta}$$

де E_k - нормована мінімальна освітленість;

S – площа освітлюваного приміщення

L - коефіцієнт мінімальної освітленості, який визначається за формулою:

$$L = \frac{E_{\Phi}}{E_{\text{мін}}} = 1,5;$$

h_3 – коефіцієнт зносу;

h_c – щільність світильників;

η – коефіцієнт використання світлового потоку ($\eta = 0,6$)

Для відділення РДВЗ:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{1000 \cdot 78 \cdot 1,5 \cdot 2}{17 \cdot 0,6} = 22941 \text{ лм}$$

Для відділення ВД:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{800 \cdot 160 \cdot 1,5 \cdot 2}{30 \cdot 0,6} = 21333 \text{ лм}$$

Після розрахунку вибираємо лампу і визначаємо симетричну потужність всієї установки освітлення.

Відділення РДВЗ:

- Тип лампи (ЛБ-80)-7-10000;
- Світловий потік – (5220) 18600;
- Світлова віддача – (65,3) лм/В

Для відділення діагностики приймаємо ті ж самі характеристики:

- Потужність однієї лампи для ВД знаходимо за формулою:

$$P = P_{пл} \cdot S/n$$

$$P = 40 \cdot 78/17 = 183,5 \text{ Вт}$$

де $P_{пл}$ – питома площа;

n - кількість ламп;

- Потужність однієї лампи для ВД знаходимо за формулою:

$$P = 40 \cdot 160/30 = 213,3 \text{ Вт}$$

Приймаємо по $P = 200 \text{ Вт}$ – лампа накаливання.

5.2.4. Розрахунок системи вентиляції для відділень ремонту ДВЗ і діагностики кранів

Для відділення РДВЗ:

Виконуємо креслення вентиляційної мережі з поворотами, переходами, підбираємо діаметри труб повітропроводів.

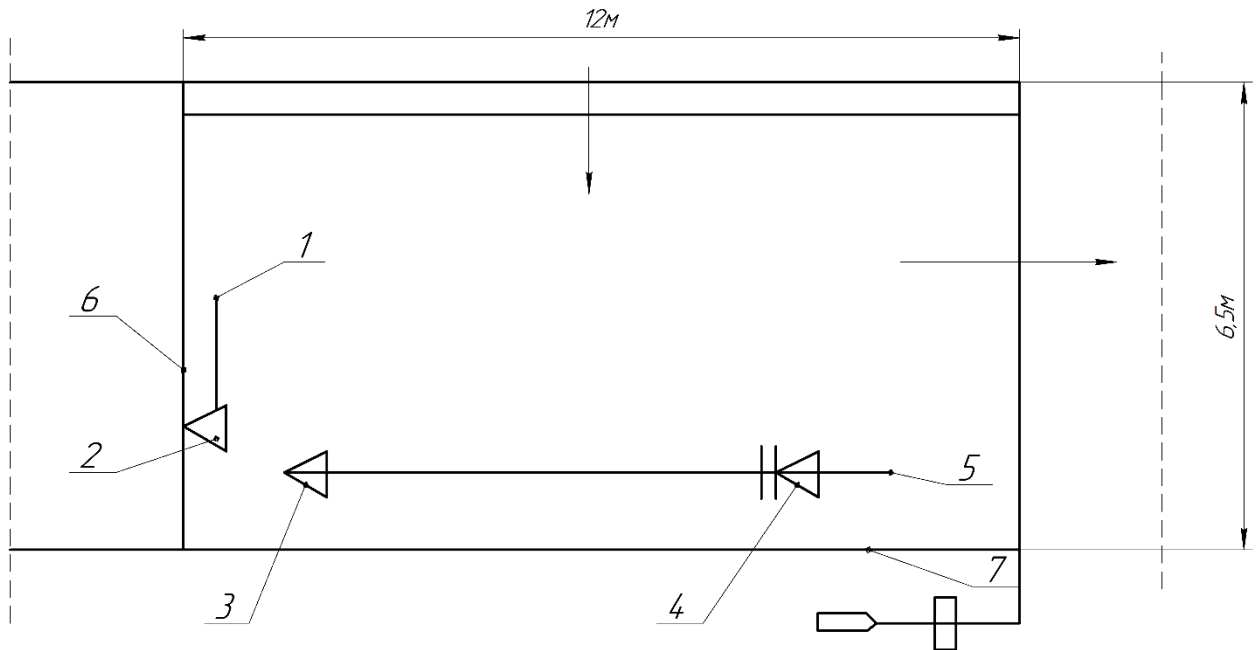


Рис. 15. Вентиляційна мережа

1, 2, 5 - згини повітропроводів;

3,4 - переходи;

6,7- - ділянки мережі.

Визначаємо повітряний обмін W за формулою:

$$W = \frac{B_n}{B_1 - B_2}$$

де B_n – щільність шкідливих речовин, які виділяються в приміщенні;

B_1 - допустима щільність шкідливих речовин у повітрі приміщення;

B_2 - кількість шкідливих речовин у приточному повітрі.

Іноді якість вентиляції оцінюють за показником кратності повітрообміну 1/год

$$L = h \cdot V$$

де h – кратність повітряного обміну, яка показує на протязі 1 години необхідний повітрообмін у приміщенні

V – вільний об'єм приміщення.

Тоді $h_{\text{РДВЗ}} = 21; V = S \cdot h = 390 \text{ м}^3$

$$L = W = 21 \cdot 390 = 8190 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Продуктивність вентилятора:

$$W_{\text{В}} = K_3 \cdot W = 1,3 \cdot 8190 = 60647 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

де K_3 – коефіцієнт запасу.

Розрахунок затрат напору на прямих ділянках:

$$n_{\text{н}} = \frac{\phi_r \cdot l_{\tau} \cdot P_{\text{ВВ}} \cdot V_{\text{ср}}^2}{2d_1}$$

де ϕ_r – коефіцієнт опору труб;

l_{τ} – довжина ділянки труби;

$V_{\text{ср}}^2$ – середня швидкість повітря;

d_1 – площа поперечного перерізу труби.

Тоді $\sum n_n = \frac{0,02 \cdot 18 \cdot 1,2 \cdot 12^2}{2 \cdot 0,6} = 52,84 \text{ Па}$

$$P_{\text{ДВ}} = \frac{353}{273 + 20} = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

5.3. Техніка безпеки при експлуатації

Роботи вантажно-розвантажувальні повинні бути обов'язково механізовані, якщо маса вантажу більше 50 кг або якщо його необхідно піднімати на висоту більше 3 м. Перенесення вантажів повинно здійснювати із використанням транспортних засобів. У виняткових випадках допускається перенесення вантажів на ношах горизонтальним шляхом на відстані не більше 50 м. Перенесення вантажу на ношах сходами і драбинами забороняється.

Вантажі масою 2 т і більше слід переміщати тільки за допомогою механічних пристроїв – лебідок, тралів, домкратів і вантажопідіймальних машин. Для вантажно-розвантажувальних робіт використовують крани, навантажувачі і засоби малої механізації. При технічному обслуговуванні обладнання медичних та хімічних підприємств застосовують різні вантажопідіймальні машини й механізми. Від їхньої правильної експлуатації залежить безпека праці інженерно-технічного персоналу.

Усі типи підйомних кранів реєструють в органах Держнагляду, за винятком кранів з ручним приводом.

Знімним вантажно-захватним пристроям і вантажопідіймальним машинам, що не підлягають реєстрації в органах Держнагляду, присвоюються номери, під якими їх записують у журнал обліку вантажопідіймальних машин і знімних вантажно-захватних пристроїв підприємства.

Вантажопідіймальні машини і знімні вантажно-захватні пристрої одержують дозвіл на роботу в органах Держнагляду, що реєструють їх в спеціальному журналі.

Вантажопідіймальні машини і знімні вантажно-захватні пристрої повинні бути перереєстровані після ремонту, реконструкції, перестановки на нове місце, передачі новому власнику.

В процесі роботи вантажопідіймальні машини і знімні вантажно-захватні пристрої повинні періодично проходити технічний огляд:

- частковий - не рідше одного разу в 12 місяців;
- повний - одного разу в три роки.

Вантажна і власна стійкість крана повинна перевірятися шляхом розрахунків.

5.4. Пожежна безпека

Пожежна безпека - стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Правовою основою діяльності в області пожежної безпеки є Конституція, Закон України «Про пожежну безпеку», закони, постанови Верховної Ради України, укази і розпорядження Президента, постанови і розпорядження Президента, постанови і розпорядження Кабінету

Міністрів України, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого і регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Забезпечення пожежної безпеки -- невід'ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства та навколишнього середовища. Відповідно до статті 4 Закону України "Про пожежну безпеку" державні органи виконавчої влади та органи самоврядування усіх рівнів в межах своєї компетенції організують розроблення та впровадження у відповідних галузях і регіонах організаційних і науково-технічних заходів щодо запобігання пожежам та їх гасіння, забезпечення пожежної безпеки населених пунктів і об'єктів.

5.4.1. Пожежна профілактика

Чітке виконання встановленого протипожежного режиму гарантує безпечну експлуатацію промислових підприємств, окремих будівель, споруд, виробничих установок, машин, приладів та апаратів. Цей режим ґрунтується на заздалегідь розроблених правилах та інструкціях, які відповідають умовам роботи виробничого устаткування і технологічному процесу підприємства. Тому всім, хто працює на даному підприємстві, необхідно добре знати, насамперед, технологічний процес виробництва і причини відхилення від нормальних умов роботи устаткування.

Начальники цехів, опоряджувальних діляниць (майстерень, складів тощо) або особи, відповідальні за пожежну безпеку, перш ніж допустити до роботи новоприйнятого працівника, зобов'язані впевнитись у тому, що він пройшов первинний протипожежний інструктаж.

Крім проведених протипожежних інструктажів слід організувати і проводити пожежно-технічні мінімуми.

Причини пожежі:

1. Несправність електропроводки. Найбільшу небезпеку представляють іскри, які можуть виникнути при поганій ізоляції або короткому замиканні. При попаданні на поверхню із залишками технічних рідин вони можуть призвести до займання.
2. Використання горючих рідин для видалення бруду з техніки. У цьому випадку бензинові або спиртові плями можуть спалахнути при нагріванні корпусу або попаданні сигаретного бичка.

Пожежа як правило починається непомітно. Від моменту тління до займання може пройти кілька хвилин. Таким чином, до появи характерних ознак (запаху і диму) виявити проблему практично неможливо. За цей час пожежа може досягти розмірів, коли річний вогнегасник виявиться безсилий.

Кран, крім металевого корпусу, являє собою сукупність різних матеріалів та електричну систему, що знаходиться під напругою. Для гасіння пожеж такого роду необхідний спеціальний вогнегасний склад, здатний зупинити процес горіння.

5.4.2. Призначення вогнегасників

Залежно від типу зарядженого вогнегасної речовини вогнегасники використовуються для гасіння пожеж наступних класів:

Класи пожеж:

А - горіння твердих речовин;

В - горіння рідких речовин;

С - горіння газоподібних речовин;

Д - горіння металу і металомістких речовин;

Е - гасіння речовин, які знаходяться під електричною напругою.

Таким чином вогнегасника необхідно вибирати той, чий ТИП відповідає класам пожежі від А до Е.

Вогнегасники за видом вогнегасних засобів поділяють на рідинні, вуглекислотні, повітряно-пінні, хладонові, порошкові і комбіновані.

Для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, необхідно передбачити вогнегасники вуглекислотного (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) (рис. 5.2) або порошкового (ОП-1, ОП-10А, ОП-250) типа, виконані по ГОСТ 2.4.009-75.

Вогнегасник вуглекислотний (ОУ):

Вогнегасна речовина - діоксид вуглецю. Вуглекислота, потрапляючи на палаючу речовина, охолоджує його і виробляє гасіння.

Переваги:

- випаровуючись, кислота не залишає слідів;
- володіє хорошими діелектричними властивостями;
- не змінює властивостей в процесі зберігання;
- висока проникаюча здатність, навіть у важкодоступні місця.

Недоліки:

- можливість прояву значних теплових напружень в результаті гасіння (дуже сильно охолоджується розтруб, що може викликати опік руки не рекомендується триматися за розтруб під час гасіння);
- накопичення зарядів статичної електрики (можливий легкий удар струмом);
- можливість токсичної дії вуглекислотних парів на людину;

Вогнегасники вуглекислотні (ОУ):

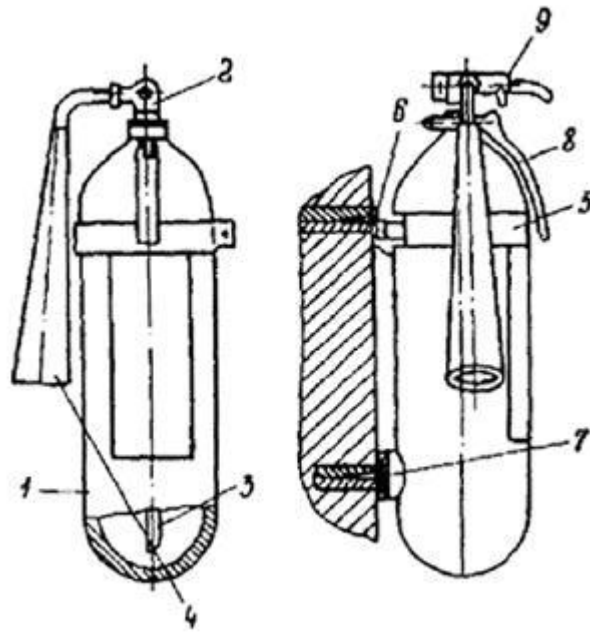


Рис. 16. Вогнегасник вуглекислотного типу ОУ-5 (ОУ-8)

1- балон; 2 - поворотний розтруб; 3 - опорна головка; 4 - сифона трубка;
5- хомут; 6 - крюк; 7 - упор; 8 - ручка; 9 - чека

6. Паспорт

Технічні характеристики, основні параметри і розміри

Кран:

- вантажопід'ємність, т	0,1
- виліт стріли, м	1,6
- поворот крана	вручну
- висота підйому вантажу, м	6,7
- маса крана, т	0,3
- швидкість підйому вантажу, м/с	0,34

Підйомник:

- вантажопід'ємність, т	0,8
- швидкість пересування, м/с	0,083
- висота підйому майданчика, м	4,5

Габаритні розміри візка пересування:

- довжина, м	3,7
- ширина, м	1,725

Габаритні розміри верхнього майданчика:

- довжина, м	2,4
- ширина, м	1,2
- висота, м	1,7

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Назаренко І.І. Машина для виробництва будівельних матеріалів: Підручник - КНУБА. 1999 - 488 с
2. Инженерные решения по охране труда в строительстве. Г.Г. Орлов, В.І. Булигш, Д.В. Виноградов та інш.; під редакцією Г.Г. Орлова -М.: Стройиздат, 1985 - 278 ст.
3. Зенкин А.С., Петко И.С. Допуски и посадки в машиностроении. Справочник. - Киев, Издательство „Техника“, 1986.-319с.
4. Ицкович Г.М. Курсовое проектирование деталей машин. Издание 6-е „Машиностроение“, 1970.- 560с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя, Машиностроение, 1982- 736с.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х томах издание перераб. и дополнено „Машиностроение" 1980.-557с.
7. Справочник технолога-машиностроителя, в 2-х томах т. Т.2 /Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мецерыкова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. Машиностроение, 1986.- 496с.
8. Единая система конструкторской документации. Основные положения. Государственный комитет СССР по стандартам. - Москва, Издательство стандартов. 1988.
9. Гаркавенко О.М. Охорона праці при виробництві експлуатації та ремонті будівельних машин і обладнання: Методичні вказівки до дипломного проектування. – К.: КНУБА, 2010. – 28 с.
10. Колесник Н.П. Розрахунки будівельних кранів - К.: Вища шк. Головне вид-во, 1985.

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Документація</u>		
			07.00.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	07.0100	Лапа		
		2	07.02.00	Рукоять		
		3	07.03.00	Башмак		
		3		<u>Деталі</u>		
		4	07.04.00	Гвинт	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		7	07.07.00	Болт М10•16		
				ГОСТ 7798-80	1	
		8	07.08.00	Штифт 10•80		
				ГОСТ 3128-80	1	
			07.09.00	Шайба 42		
				ГОСТ 11371-88	1	

				<u>Документація</u>	
			01.00.00 СК	Складальне креслення	
				<u>Складальні одиниці</u>	
		1	01.0100	Рама	1
		2	01.02.00	Рама	2
		3	01.03.00	Гвинт	2
		4	01.04.00	Гайка	2
		5	01.05.00	Ролик	2
		6	01.06.00	Підшипник	3
		7	01.07.00	Аутригер	4
		8	01.08.00	Муфта	2
		9	01.09.00	Стійка	
		10	01.10.00	Двигун	1
		11	01.11.00	Редуктор	1
		12	01.12.00	Колесо	4
		13	01.13.00	Рами пантографа	4
		14	01.14.00	Ручка переключення	1

					ДП 01.00.00			
Зн	Лист	№ докум	Підп.	Дат				
Разраб.	Мирончук				<i>Візок з приводом</i>	Лім.	Лист	Лист
Кер.	Ручинський						1	1
Н.конт						КНУБіА,		
Заб.	Назаренко					каб. МОТД		

<i>Форм.</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Прим.</i>
				<u>Документація</u>		
			<i>ДП 00.00.00 СК</i>	<i>Складальне креслення</i>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	<i>ДП 01.00.00</i>	<i>Рама</i>	1	
		2	<i>ДП 02.00.00</i>	<i>Рама</i>	2	
		3	<i>ДП 03.00.00</i>	<i>Вісь</i>	2	
		4	<i>ДП 04.00.00</i>	<i>Балка</i>	2	
		5	<i>ДП 05.00.00</i>	<i>Кронштейн</i>	2	
				<u>Деталі</u>		
		6	<i>ДП 00.00.01</i>	<i>Вісь</i>		
		7	<i>ДП 00.00.02</i>	<i>Кільце</i>		
		8	<i>ДП 00.00.03</i>	<i>Стопор</i>	1	
		9	<i>ДП 00.00.04</i>	<i>Редьро</i>		
		10	<i>ДП 00.00.05</i>	<i>Зв'язка</i>	1	
				<i>Шайба 42</i>		
				<i>Полоса <u>30•6ГОСТ106-86</u></i>	1	

						СТЗКПГ)СТ 6482-86					
						L=610h•14					
		11	ДП 00.00.06			Ролик					
						Стандартні вироби					
		12	ДП 00.00.07			Шайба ГОСТ 11371-88	2				
						ДП 00.00.00					
Зн	Лист	№ докум	Підп.	Дат	Підмістки			Лім.	Лист	Лист	
Разраб.	Мирончук										
Кер.	Ручинський									1	1
Н.конт											
Заб.	Назаренко										
						КНУБіА, каф. МОТД					