

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний  
(повне найменування інституту, назва факультету)

Деталей машин і ПТМ  
(повна назва кафедри)

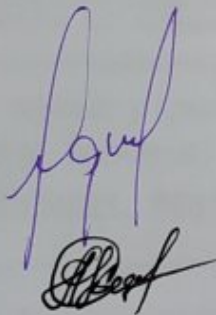
**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

Магістр  
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему: Розробка основ методики розрахунку механізмів кранів з  
граничними параметрами

Виконав: студент 6 курсу, групи М 313  
спеціальності (напряму підготовки)  
133"Галузеве машинобудування  
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)



Мураховський А.А.  
(прізвище та ініціали)

Керівник Мартовицький Л.М.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент Тютюшев О.С.  
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя  
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Запорізький національний технічний університет  
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Машинобудівний  
 Кафедра Деталей машин і ПТМ  
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) Магістр  
 Спеціальність 133"Галузеве машинобудування  
 (код і назва)

Освітня програма Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри Мартовицький Л. М.  
 "5" \_\_\_\_\_ 12/2018 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Мураховському Артему Андрійовичу  
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка основ методики розрахунку механізмів кранів з граничними параметрами

керівник проекту (роботи) Мартовицький Л.М. к.т.н., доцент кафедри ДМ і ПТМ,  
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "07" листопада 2018 року №334

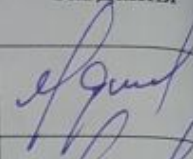
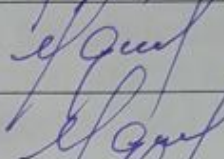
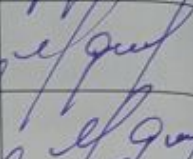
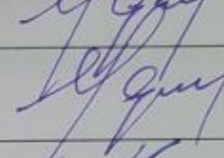
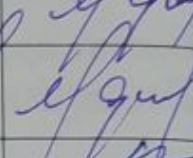
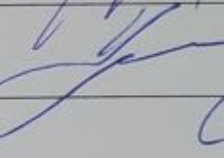
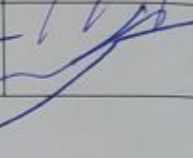
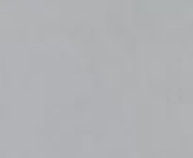
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 07.12.2018 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): Максимальна вантажопідйомність 24000т.  
Максимальна швидкість підйому вантажу 10м/хв. Максимальна висота підйому 240м.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) Огляд існуючих типових моделей надпотужних кранів. 2) Пошук можливої вантажопідйомності. 3) Розрахунок граничного приводу механізму підйому. 4) Оптимізація механізму підйому. 5) Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Крани з граничними параметрами. Плавкрани з граничними параметрами. Розрахунок поліспасти. Привод механізму підйому. Рекомендована компоновка механізму підйому.

# 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

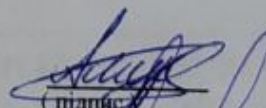
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта           | Підпис, дата                                                                        |                                                                                     |
|--------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                                     | завдання видав                                                                      | прийняв виконане завдання                                                           |
| 1      | Мартовицький Л. М., к.т.н., доцент кафедри ДМ і ПТМ |  |  |
| 2      | Мартовицький Л. М., к.т.н., доцент кафедри ДМ і ПТМ |  |  |
| 3      | Мартовицький Л. М., к.т.н., доцент кафедри ДМ і ПТМ |  |  |
| 4      | Мартовицький Л. М., к.т.н., доцент кафедри ДМ і ПТМ |  |  |
| 5      | Нестеров О. В., к.т.н., доцент кафедри ОПНС         |  |  |

7. Дата видачі завдання 03.09.2018 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи)          | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|
| 1     | Ознайомлення з завданням                          | 10.09.18                                |          |
| 2     | Огляд існуючих типових моделей надпотужних кранів | 01.10.18                                |          |
| 3     | Пошук можливої вантажопідйомності                 | 05.10.18                                |          |
| 4     | Розрахунок граничного приводу механізму підйому   | 15.10.18                                |          |
| 5     | Оптимізація механізму підйому                     | 21.10.18                                |          |
| 6     | Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях | 02.11.18                                |          |
| 7     | Розробка таблиць                                  | 02.11.18                                |          |
| 8     | Виготовлення графічної частини                    | 05.11.18                                |          |
| 9     | Оформлення дипломної роботи                       | 23.11.18                                |          |
|       |                                                   |                                         |          |
|       |                                                   |                                         |          |
|       |                                                   |                                         |          |
|       |                                                   |                                         |          |
|       |                                                   |                                         |          |
|       |                                                   |                                         |          |
|       |                                                   |                                         |          |

Студент

  
(підпис)

Мураховський А.А.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Мартовицький Л.М.  
(прізвище та ініціали)

## Реферат

ПЗ: 71 с., 35 рис., 3 табл., 16 джерел.

Об'єкт дослідження – механізми кранів граничних параметрів.

Мета роботи – розробка і дослідження основ методики проектування механізмів кранів з граничними параметрами.

Методи дослідження – розрахунково-аналітичний.

Під час виконання роботи було зроблено огляд існуючих кранів для підйому надважких вантажів, досліджено вплив кратності поліспасту на вантажопідйомність крану та характеристики приводу механізму підйому.

У відповідності до отриманих даних була виявлена найбільша можлива вантажопідйомність одного механізму підйому.

Результатом роботи є запропонована таблиця оптимального складу механізму підйому в залежності від необхідної вантажопідйомності крану.

ГРАНИЧНІ, ПАРАМЕТРИ, КРАН, КАНАТ, БЛОК, КРАТНІСТЬ ПОЛІСПАСТУ, НАПРУЖЕННЯ, ЗУСИЛЛЯ, ККД, БАРАБАН ДВИГУН, РЕДУКТОР, ГАЛЬМО, МУФТА, МЕХАНІЗМ ПІДЙОМУ, ПОТУЖНІСТЬ, МОДУЛЬНІСТЬ, БАЛАНСИР.

## Зміст

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| Завдання                                                      | 2         |
| Реферат                                                       | 3         |
| Зміст                                                         | 4         |
| Вступ                                                         | 5         |
| Актуальність проблеми та постановка задачі                    | 7         |
| <b>1. Огляд існуючих типових моделей надпотужних кранів</b>   | <b>9</b>  |
| <b>2. Пошук можливої вантажопідйомності</b>                   | <b>24</b> |
| 2.1 Вибір канату                                              | 24        |
| 2.2 Вибір поліспасту                                          | 26        |
| 2.3 Розрахунок силового поліспасту                            | 29        |
| <b>3. Розрахунок граничного приводу механізму підйому</b>     | <b>35</b> |
| 3.1 Кінематична схема                                         | 39        |
| 3.2 Вибір барабана                                            | 40        |
| 3.2.1 Розрахунок розмірів блоків та барабана                  | 43        |
| 3.3 Вибір двигуна                                             | 47        |
| 3.4 Вибір редуктора                                           | 47        |
| 3.5 Вибір муфти                                               | 49        |
| 3.6 Вибір гальм                                               | 50        |
| <b>4. Оптимізація механізму підйому</b>                       | <b>51</b> |
| <b>5. Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях</b>   | <b>54</b> |
| 5.1 аналіз потенційних небезпек                               | 55        |
| 5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки                    | 56        |
| 5.3 Заходи забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці | 58        |
| 5.4 Заходи з пожежної безпеки                                 | 62        |
| 5.5 Заходи по безпеці у надзвичайних ситуаціях                | 64        |
| Висновки                                                      | 67        |
| Перелік посилань                                              | 68        |
| Додатки                                                       | 70        |

## Вступ

Оптимальне проектування кранових механізмів, а особливо механізму підйому ставить на меті отримання об'єктів з найкращими техніко-економічними показниками. При науковій постановці питання оптимальне проектування механізмів включає:

- 1) побудова математичної моделі механізму для конкретної структури, або ряду структур, кожна з яких описується своєю системою параметрів;
- 2) вибір критеріїв якості і отримання його аналітичної залежності від заданих параметрів;
- 3) розробку обмежень;
- 4) розробку алгоритмів оптимізації, знаходження оптимального рішення і доведення його до інженерного втілення.

В повному обсязі постановки питання оптимальні механізми повинні забезпечувати екстремальні значення критеріїв якості крану в цілому.

Оптимальні значення параметрів механізмів, визначені з позиції оптимізації крану у цілому або оптимізації окремо розглянутого механізму, як правило, не співпадають. В рамках задачі створення оптимальних кранів принципи оптимального проектування механізмів зводяться до наступного:

- 1) агрегування, тобто формування механізмів із взаємозамінних уніфікованих агрегатів (двигунів, редукторів, гальм або навіть механізму в цілому);
- 2) обмеження діючих навантажень, наприклад, шляхом встановлення обмежувачів вантажопідйомності і вантажного моменту, маховиків в приводах механізмів зміни вильоту, муфт граничного моменту і т.д.;
- 3) використання високонадійних елементів: агрегатів без механічних передач, наприклад безредукторних лебідок, систем електричного гальмування, безконтактних систем керування електроприводом;

- 4) зменшити кількість елементів механізму чи перехід від послідовного з'єднання елементів до паралельного;
- 5) резервування: обґрунтоване призначення запасів міцності, дублювання гальм і т.д.

Чисельність можливих конструктивних рішень, різноманітність та суперечливий характер вимог до механізмів, велика кількість важко формалізованих якісних вимог (технологічність, зручність обслуговування і ремонту та ін.) призводять до того, що на практиці пошук оптимального рішення при проектуванні механізмів ведуть шляхом розробки і порівняння обмеженого числа варіантів.

## Актуальність проблеми та постановка задачі

В підйомі надмірно великих одиничних вантажів виникає потреба при монтажі важкого технічного обладнання, будівництві великих інженерних споруд, портів, вітряних електрогенераторів, будівництві атомних електростанцій останнього покоління, модульному суднобудуванні, блочному будуванні мостів, а також при монтажі морських бурових платформ і т.д.

Це пов'язано з модульними принципами будови цих споруд. Тобто коли один великий об'єкт розділяють на менші об'єкти, які одночасно збираються на заводах виробників, або в інших установлених місцях, а далі вже транспортуються безпосередньо на необхідне місцезнаходження і за допомогою монтажних кранів монтують у проектному положенні. Такий спосіб будови дає цілий ряд переваг, головними з яких є зростання технологічності виготовлення та зменшення часу і матеріальних витрат на будівництво. Таким чином, будують сучасні мости, коли вже попередньо виготовленні секції і навіть цілі прольоти піднімають одним або кількома кранами у проектне положення і монтують до головних опор, сучасні морські судна (лайнери, танкери, контейнеровози, військові кораблі) також будуються з попередньо зібраних модулів, в нафтовій промисловості зростає попит на підйом промислових колон вагою по 1500 т і довжиною до 100 м, та навіть цілих нафтових платформ. А оскільки габарити та маса цих модулів тільки зростають, то зростає і вантажопідйомність монтажних кранів.

Ще не так давно крани для підйому надважких негабаритних вантажів представляли собою одиничні або малосерійні вироби, тому кожен випадок побудови такої машини та її механізмів розглядався як комплексний ряд унікальних заходів з проектування. Але за останнє десятиліття попит на монтажні крани великої вантажопідйомності виріс і це призвело до збільшення пропозиції, а значить і кількості вже існуючих машин різноманітних типів та діапазону вантажопідйомності.

Таким чином, однією із актуальних задач для проектування кранів з граничними параметрами являється оптимізація механізмів кранів з метою, по-перше, відповідності правилам безпечної будови та інших нормативів, відповідності вимогам сучасного розвитку машинобудування і технологічності виготовлення, а, по-друге, сприяло зменшенню часу на проектування і будівництво механізму. Тому в ході даної роботи було поставлено такі задачі:

- Аналіз існуючих вантажопідйомних механізмів
- Намітити шляхи розробки основ методики проектування механізмів підйому з граничними параметрами, серед яких є гранична вантажопідйомність, висота та швидкість підйому

## 1. Огляд існуючих типових моделей надпотужних кранів

Крани вантажопідйомністю 600 т відносяться до потужних машин, але в світі існують крани вантажопідйомність яких перевищує декілька тисяч тон. Вони відрізняються між собою за типом і будовою, вантажопідйомністю і способом переміщення, маневреністю і можливою зоною обслуговування, але всі вони мають схожий за принципом дії механізм підйому, який складається з декількох лебідок і складної поліспавної системи. Швидкість підйому більшості з них складає порядку 10 м/хв.

Одним із представників свого типу вантажопідйомних кранів є:

- Автокран Terex AC 1000 (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Автокран Terex AC 1000.

Автокран Terex AC 1000 – один з найбільших телескопічних кранів у світі підвищеної прохідності, якому дозволено пересуватися по дорогам загального призначення. Кран встановлено на дев'яти вісному колісному шасі (18 x 8 x 18).

Довжина основної телескопічної стріли 50 м з можливим додатковим встановленням стріли до 100 м та іншими подовжувачами. Вантажопідйомність крану складає 1200 тон на вильоті 3 м і досягається шляхом встановлення спеціальної блочної обойми (до 14 блоків) та гакової підвіски, що збільшує число перетинів канату, на яких тримається вантаж, до 28, також в активі крану є наявність двох лебідок для головного механізму підйому.

– Кран на гусеничному ході LIEBHERR LR-13000 (рис. 1.2)



Рисунок 1.2 – Гусеничний кран Liebherr LR-13000.

Гусеничний кран Liebherr LR-13000 був збудований для важкого режиму роботи і оснащений головною стрілою довжиною 120 м і з можливістю встановлення додаткового подовжувача довжиною 126 м, максимальна висота підйому складає 240 м. Це найбільший кран в світі зі стандартною поворотною платформою який може пересуватися своїм ходом

разом із вантажем. Але головною його особливістю є вантажопідйомність 3000 т на спеціальній підсиленій стрілі на вильоті 12 м. Привід головного механізму підйому реалізовано у вигляді двох лебідок з параметрами:

- діаметр каната: 52 мм;
- тягове зусилля: 62 т;
- довжина канату: 2050 м.

Кратність поліспаду для кожної лебідки рівна 30 і представлена у вигляді ряду співвісних блоків (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Оголовок стріли Liebherr LR-13000:

- 1) Стандартний комплект блоків до 2150 т.
- 2) Траверза для особливих важких вантажів до 3000 т.

Основним вантажозахватним органом являється спеціальна гакова підвіска (рис. 1.4) вантажопідйомність якої 2 x 2100 т, вага 111 т, загальна кількість блоків  $30 = 2 \times (3 \times 5)$ . Підвіска виконана у вигляді балансірної системи для компенсації динамічної складової підйому, розгойдування вантажу та можливих відхилень рухомої блочної обойми від горизонталі, а

також дозволяє рівномірно розподіляти напруження між несучими елементами підвіски.

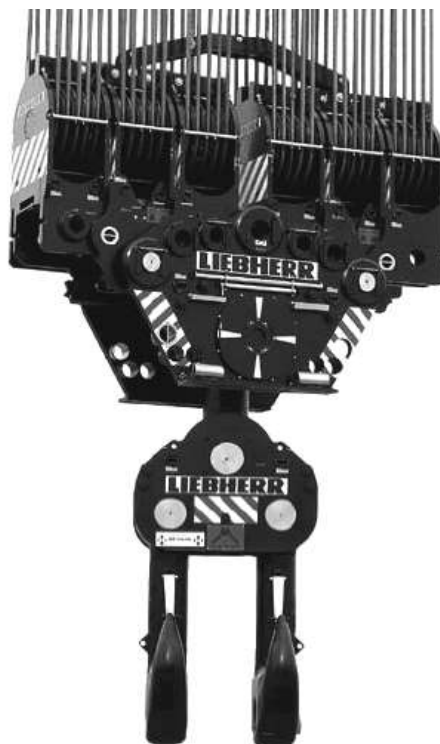


Рисунок 1.4 – Гакова підвіска крана Liebherr LR-13000.

- Гусеничний кран XCMG XGC88000 (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Гусеничний кран XCMG XGC88000.

Кран XGC88000 був спроектований китайською фірмою XCMG з метою розвитку власних технологій і відмови від закупок закордонної техніки.

Кран було оснащено здвоєною стрілою довжиною 60 м з додатковим можливим подовженням до 216 м. Вантажопідйомність крана складає 3600 т, вантажний момент – 88000 тм. Але під час тестування однієї з його модифікованих моделей було піднято вантаж масою 4500 т.

Механізм підйому складається з 4 лебідок, кратність поліспасти кожної з них рівна 20, та спеціального вантажозахватного пристрою до якого шарнірно кріплять монтажні балансирні системи складені з траверз (рис. 1.7) або стропів (рис. 1.8).

Сам вантажозахватний пристрій також являє собою складну балансирну систему (рис. 1.6), яка дозволяє рівномірно розподіляти навантаження на всі несучі елементи підвіски.

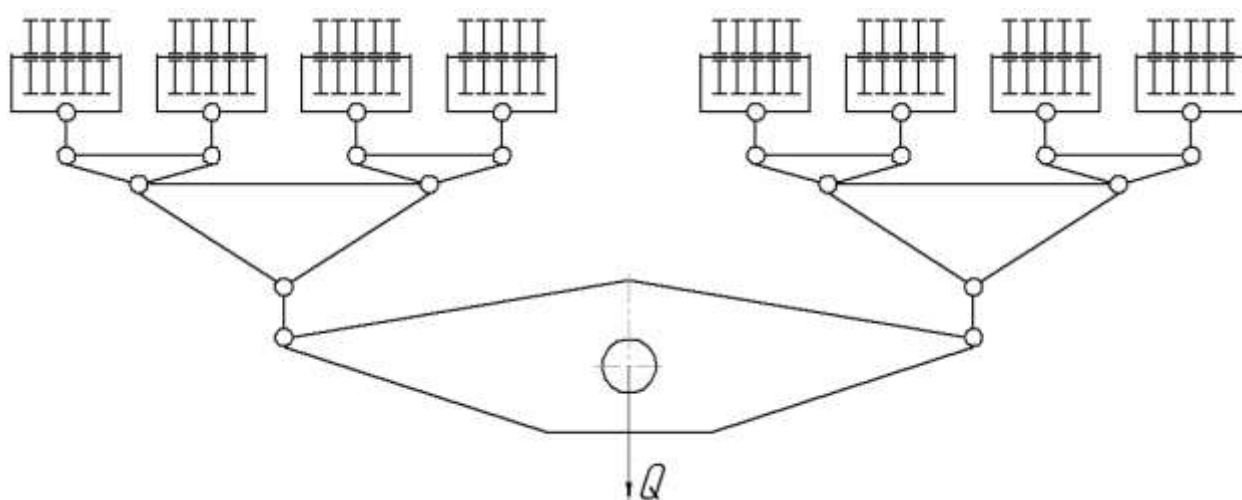


Рисунок 1.6 – Схема вантажозахватного пристрою крана XCMG XGC88000.



Рисунок 1.7 – Кран XCMG XGC88000 зі спеціальною балансирною системою траверз та стропів.



Рисунок 1.8 – Кран ХСМГ ХGC88000 зі спеціальною балансирною системою траверз.

– Плавучий кран «Yoshida» (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 – Плавучий кран «Yoshida».

Плавучий кран «Yoshida» побудований відділом важкого машинобудування корпорації Mitsubishi.

Кран складається з двох А-подібних стріл довжиною більше 80 м. Кожна стріла має 2 механізми підйому по 925 т кожний. Кожний механізм підйому складається із двох лебідок з кратністю поліспасту по 12. Загальна вантажопідйомність крану складає 3700 т.

Вантажозахватний пристрій виконано у вигляді гаків, які шарнірно з'єднано траверсами для кращої стабілізації підвішеного вантажу під час руху крану (рис. 1.10).

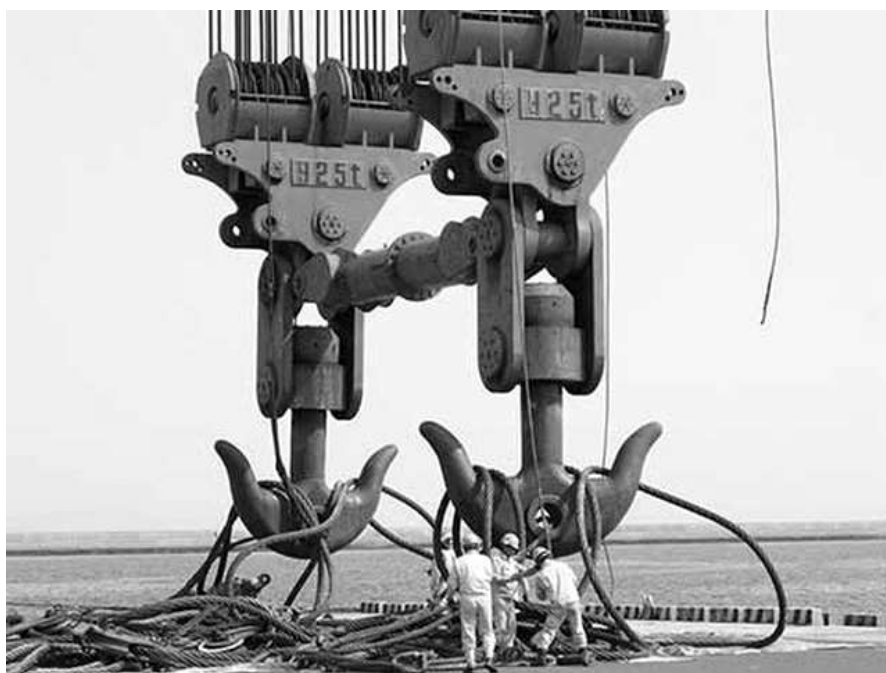


Рисунок 1.10 – Гакова підвіска крану «Yoshida».

– Плавучий кран «Svanen» (рис.1.11).



Рисунок 1.11 – Плавучий кран «Svanen».

Плавучий самохідний кран катамаранного типу «Svanen» призначений для будівництва великих мостів та вітрових електростанцій. Під час проектування, а також вже під час виконання завдань кран декілька разів піддавався модернізації, внаслідок чого його вантажопідйомність поетапно зростала від 6500 до 8700 т.

Головною несучою металоконструкцією крану є спеціальна нерухома стріла, яка фактично являє собою кран козлового типу, де навантаження від піднімаємого вантажу припадає на консольну частину. Висота підйому складає 76 м.

Кран складається з чотирьох незалежних механізмів підйому вантажопідйомністю по 2175 т, які можуть працювати як разом, так і окремо один від одного. Кожний механізм підйому, в свою чергу, складається з двох лебідок. Кратність поліспасту однієї лебідки становить порядку 14...18.

Вантажозахватним пристроєм є гакова підвіска, але через специфіку роботи крану з довгомірними та іншими негабаритними вантажами, до гакової підвіски чіпляють спеціальні рамні та інші вантажозахватні пристрої (рис. 1.12, 1.13).



Рисунок 1.12 – Кран «Svanen» зі спеціальним вантажозахватним пристроєм під час монтажу пролітної будови мосту.



Рисунок 1.13 – Кран «Svanen» зі спеціальним вантажозахватним пристроєм під час монтажу опорної частини мосту.

– Кран-судно, або плавучий кран SSCV «Thialf» (рис. 1.14).



Рисунок 1.14 – Плавучий кран «Thialf».

Кран-судно напівзануреного типу «Thialf» призначене для виконання складних завдань, таких як підйом, транспортування і монтаж бурових установок, нафтових платформ, затонулих суден, підводних човнів та інших специфічних операцій.

«Thialf» обладнаний двома кранами, встановленими на поворотних платформах вантажопідйомністю по 7100 т кожний, які можуть працювати тандемом і піднімати вантажі до 14200 т на висоту до 31,2 м. Загальна довжина А-подібної стріли складає близько 140 м.

Основним вантажозахватним органом є гакова підвіска (рис. 1.15).



Рисунок 1.15 – Гакова підвіска плавучого крану «Thialf».

Точних даних по приводу даного крану немає, але проаналізувавши доступні фото та іншу наявну інформацію, можна зробити висновок: гакова

підвіска тримається на порядку 68...100 перетинах канату, 4 з яких поєднані з механізмом підйому. Отже, на кожний кран приходить по 4 механізми підйому. Кратність кожного з них становить близько 16...25. А несуче навантаження канату становить порядку 75...110 т.

- Спеціальний нерухомий кран козлового типу «Taisun» (рис. 1.16).



Рисунок 1.16 – Кран «Taisun».

Кран «Taisun» встановлений на китайському суднобудівному заводі «Yantai Raffles» для будівництва танкерів та нафтовидобувних платформ. Цей кран може піднімати вантажі масою понад 20000 т на висоту 80 м при прольоті 126 метрів. Кран є нерухомим і використовується лише для підйому вантажу, всі маневри виконуються баржею або іншим типом судна чи плавзасобу, яке заходить в водний канал між опорами крану.

Така рекордна вантажопідйомність досягається шляхом розділення механізму підйому на окремі підйомні групи, по 6 на кожну з двох балок. Кожна з підйомних груп складається з власної лебідки, чотирьох

балансирних поліспастних систем (рис. 1.17), кратність кожної з яких 10 (загальна кратність поліспасту однієї підйомної групи 40), та власної системи керування. Вантажопідйомність однієї групи наближається до 2000 т. Такі групи функціонують як у тандемі, так і кожна окремо.



Рисунок 1.17 – Спеціальний вантажозахватний пристрій однієї підйомної групи крану «Taisun».

Така схема дозволяє піднімати вантажі понад 20000 т при максимальному напруженні канату менше 450 кН, що дозволяє зменшити його діаметр і, як наслідок, розміри барабанів, а отже і самого механізму підйому окремої групи. А оскільки кожна з груп може працювати незалежно одна від одної, то при підйомі вантажів масою меншою від номінальної можна використовувати лише необхідну потужність, що зменшить енергетичні і, як наслідок, економічні витрати.

Отже у переважної більшості кранів з класичним вантажозахватним пристроєм у вигляді гаку, кратність поліспасту досягається шляхом встановлення блоків у співвісні симетричні обойми. Щоб запобігти можливому перекосу однієї блочної обойми через втрати в блоках, необхідно конструювати привід таким чином, щоб кількість гілок канату, які йдуть на барабан, була парною і встановлена симетрично. Для цього використовують здвоєнні поліспасти, або окрему пару лебідок, що дозволяють зрівноважувати стан блочної обойми. При використанні більше ніж однієї

блочної обойми, їх кількість і установка повинні рівномірно розподіляти навантаження між собою, тобто, мають бути встановлені симетрично (по типу балансирних систем).

Статичне навантаження на одну гілку канату, незважаючи на різноманітну вантажопідйомність розглянутих кранів, у середньому складає 500...600 кН (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Основні характеристики механізму підйому.

| Назва крану          | Вантажо-<br>підйомність, т          | Кількість<br>перетинів<br>канату | Навантаження<br>на гілку<br>канату у<br>статиці, кН | Кількість<br>приводів |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| Terex AC 1000        | 1200                                | 28                               | 428,6                                               | 2                     |
| Liebherr<br>LR-13000 | 3000                                | 60                               | 500                                                 | 2                     |
| XCMG<br>XGC88000     | 3600...4500                         | 80                               | 450...562                                           | 4                     |
| Yoshida              | 3700                                | 96                               | 385                                                 | 8                     |
| Svanen               | 8700                                | ~ 4 x 36                         | 604                                                 | 8                     |
| SSCV Thialf          | 7100                                | ~94                              | ~750                                                | 4                     |
| Taisun               | $2 \times 6 \times 2000 \geq 20000$ | 12 x 40                          | 500                                                 | 12                    |

## 2. Пошук можливої вантажопідйомності

### 2.1 Вибір канату

Пошук можливої максимальної вантажопідйомності розпочинаємо з вибору сталюого канату, оскільки саме параметри канату і диктують подальші параметри та характеристики приводу механізму підйому. А так як канат являється стандартизованим виробом, то його головні параметри такі як діаметр і, як наслідок, розривне зусилля регламентуються та обмежуються ГОСТами. Провівши аналіз канатних ГОСТів, було виявлено, що максимальний діаметр канату коливається в районі 68...72 мм з розривним зусиллям порядку 3000 кН.

Для можливості багат шарової навивки канату на барабан було обрано сталюий канат подвійної звивки з лінійним дотиком проволоч в сталках типу ЛК-РО і металевою серцевиною МС конструкції  $6 \times 36 (1+7+7/7+14)+7 \times 7 (1+6)$  ГОСТ 7669-80 (рис. 2.1) з параметрами:

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| діаметр каната:    | 72 мм                  |
| маркувальна група: | 1770 Н/мм <sup>2</sup> |
| розривне зусилля:  | $\geq 3125000$ Н       |

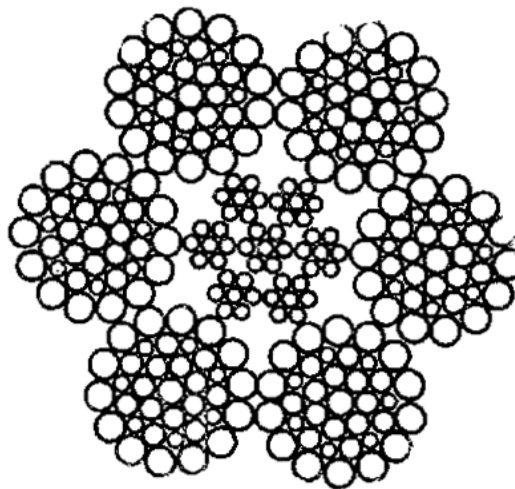


Рисунок 2.1 – Сталюий канат ГОСТ 7669-80

Обираємо: Канат 72 – Г – 1 – Ж – Л – О – Р – 1770 ГОСТ 7669-80.

Стальні канати за ГОСТ 7669-80 використовується в якості стропових канатів і вантових відтяжок, екскаваторних тягових відтяжок, у якості несучих канатів канатних доріг, у будівничій промисловості в якості несучих елементів, у підйомних кранах металургійної промисловості, а також у гірничо-видобувній промисловості як тягові канати підйомників та ін.

Сталеві канати перевіряють за формулою:

$$F_p = Z_p \cdot F_{max} \leq [F]_{розр} \quad (2.1)$$

де  $F_{розр}$  – розрахункове розривне зусилля канату;

$Z_p$  – коефіцієнт використання канату;

$F_{max}$  – найбільше розрахункове зусилля канату;

$[F]_{розр}$  – розривне зусилля згідно ГОСТ 7669-80.

Оскільки крани максимальної вантажопідйомності являють собою монтажний тип кранів, які працюють згідно режиму роботи М4, обираємо коефіцієнт використання канату  $Z_p = 4$ .

З формули (2.1) знаходимо максимальне тягове зусилля канату:

$$F_{max} = \frac{[F]_{розр}}{Z_p} = \frac{3125000}{4} = 781250 \text{ Н}$$

Далі за знайденим зусиллям будемо знаходити граничну вантажопідйомність для одного механізму підйому.

## 2.2 Вибір поліспаду

Поліспастом називають систему рухомих і нерухомих блоків зібраних в одну обойму і з'єднаних гнучким зв'язком (канатом чи ланцюгом), яку використовують для збільшення сили – силові поліспасти (рис. 2.3) або швидкості – швидкісні поліспасти (рис. 2.2).

У силовому поліспасті вантаж підвішують до рухомої обойми, а тягове зусилля прикладається до останньої гілки каната, який збігає з останнього блоку який огинає канат.

Швидкісний поліспаст являє собою обернений силовий поліспаст, тобто зусилля (зазвичай від гідравлічного або пневматичного циліндру) прикладається до рухомої обойми, а вантаж підвішують до збігаючого кінця канату. Виграш в швидкості при використанні такого поліспаду отримують в результаті збільшення висоти підйому. В багатьох кранах з конструктивних міркувань механізм підйому вантажу знаходиться не над гаковою обоймою, тому з'являється потреба у використанні нерухомих направляючих блоків між поліспастом і барабаном.

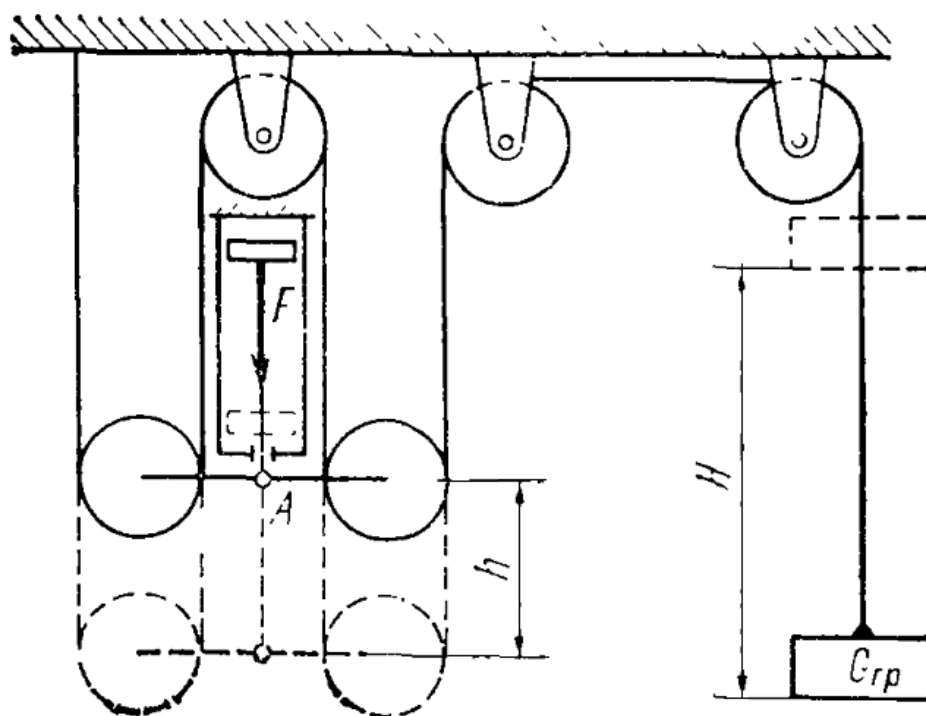


Рисунок 2.2 – Схема швидкісного поліспаду.

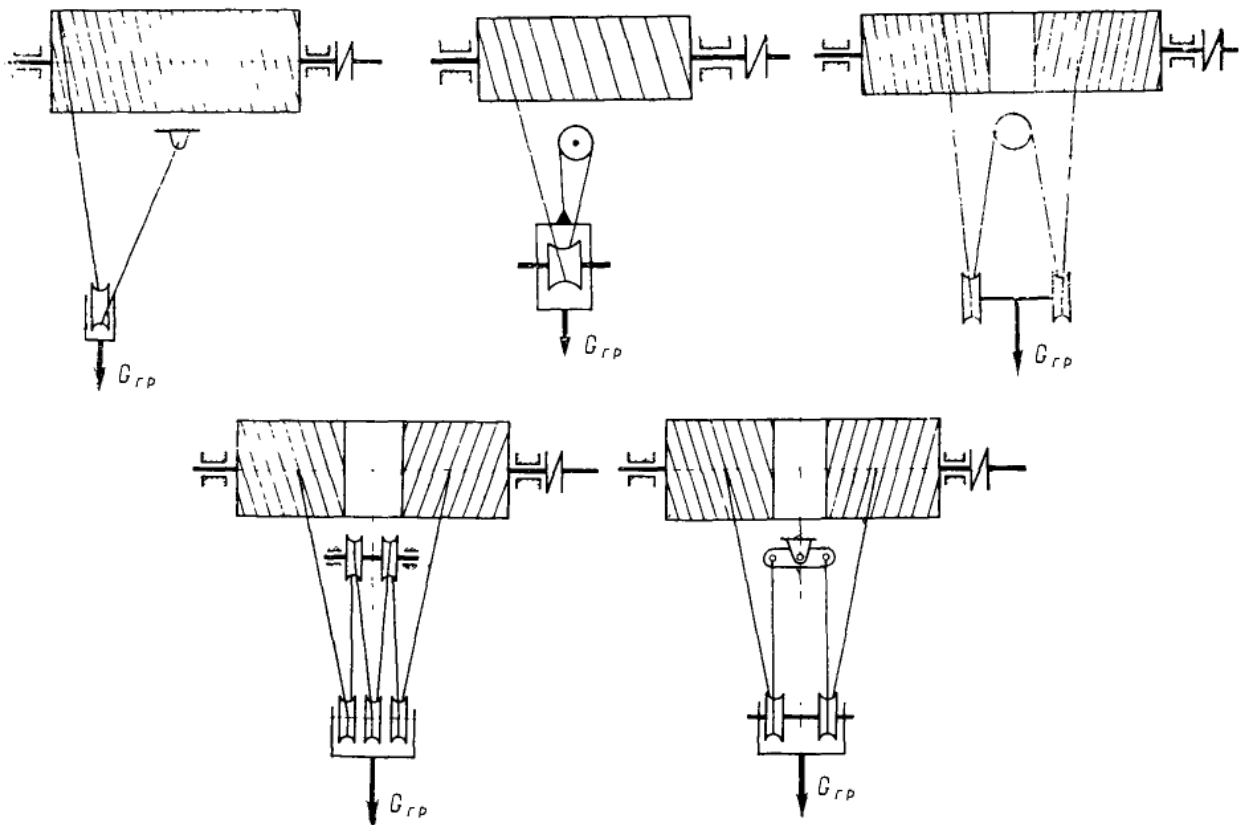


Рисунок 2.3 – Схеми силових поліспастів.

Зазвичай в вантажопідйомних машинах використовують силові поліспасты, які дозволяють зменшити натяг гнучкого вантажного органу, моменту від ваги вантажу на барабані і передаточного числа механізму, але одночасно потребує більшої довжини канату та канатоємкості барабану. Збільшення кількості блоків при підвищенні кратності викликає збільшення числа перегинів канату, що викликає скорочення його строку служби.

Загальний ККД поліспасту знаходять за формулою:

$$\eta_{\Pi} = \frac{1 + \eta + \eta^2 + \dots + \eta^{i_{\Pi}-1}}{i_{\Pi}} \quad (2.2)$$

де  $\eta = 0,97 \dots 0,98$  – ККД блока, встановленого на підшипниках;

$i_{\Pi}$  – кратність поліспасту.

За допомогою Microsoft Excel було розраховано ККД поліспасту для діапазону кратності  $i_n = 1 \dots 500$  при ККД одного блоку  $\eta = 0,975$  і побудовано графік залежності (рис. 2.4).

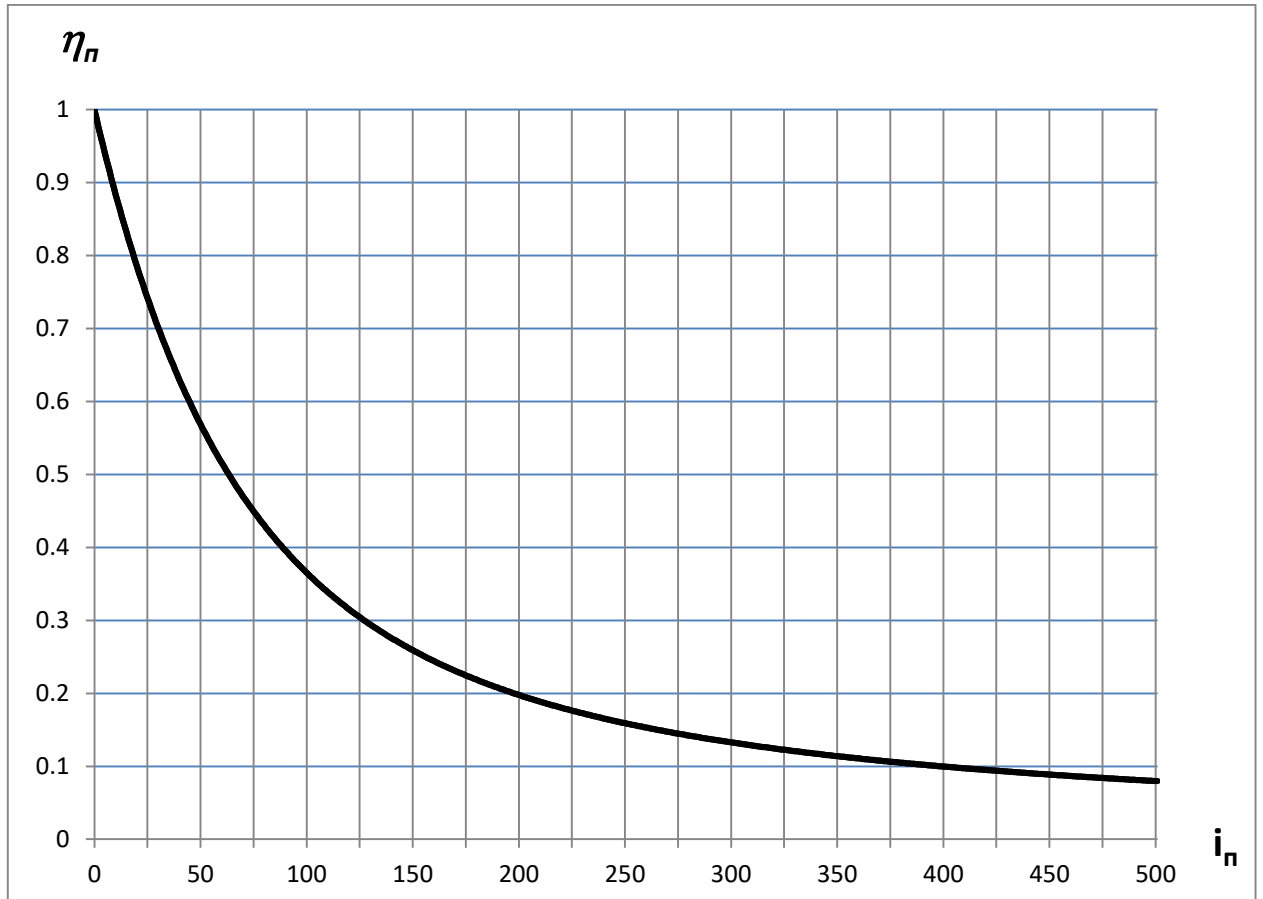


Рисунок 2.4 – Залежність ККД поліспасту від кратності.

З графіку видно, що збільшення кратності поліспасту веде до збільшення втрат корисної потужності унаслідок подолання втрат на тертя у блоках. А це призводить до зменшення ККД усього механізму підйому і недоцільного використання потужності двигуна для підйому вантажу та надмірних енергетичних витрат. Тому важливо знайти той граничний оптимальний рівень витрат потужності.

### 2.3 Розрахунок силового поліспаду

Уся вага вантажу рівномірно розподіляється по усім гілкам поліспаду і гілці канату яка йде на барабан (рис. 2.5).

$$S = \frac{P}{n} \quad (2.3)$$

де  $S$  – зусилля в гілці;

$P$  – вага вантажу;

$n$  – кількість гілок канату на яких підвішений вантаж.

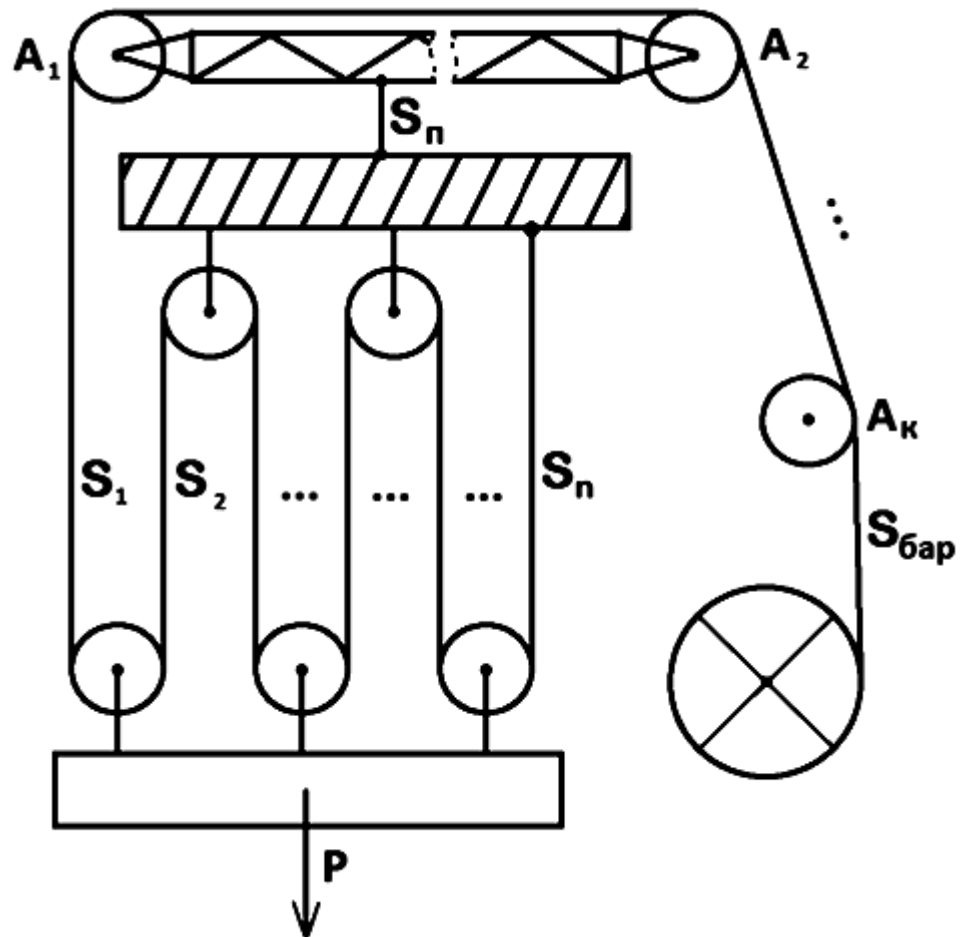


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема силового поліспаду.

Але така картина спостерігається лише в статиці, тобто при відсутності руху. В динаміці картина зовсім інакша.

При підйому вантажу зусилля в гілці канату, проходячи через кожний наступний блок поліспасту, буде зменшуватися через втрати на подолання сил тертя, перегину, проковзування всередині блоку, тому найбільше навантаження в канаті буде безпосередньо у гілці, яка йде від останнього блоку на барабан:

$$S_2 = S_1 \cdot \eta \quad (2.4)$$

$$S_3 = S_2 \cdot \eta = S_1 \cdot \eta^2 \quad (2.5)$$

...

$$S_n = S_1 \cdot (\eta)^{n-1} \quad (2.6)$$

Склавши всі ці зусилля і застосувавши формули перетворення безкінечно спадної геометричної прогресії, ми отримуємо вагу вантажу в залежності тільки від  $S_1$ .

$$S_1 = P \cdot \frac{1 - \eta}{1 - \eta^n} \quad (2.7)$$

Якщо між поліспастом та барабаном будуть знаходитись обвідні блоки, то формула (2.7) матиме вигляд:

$$S_1 = P \cdot \frac{1 - \eta}{(1 - \eta^n) \cdot \eta_{об}^k} \quad (2.8)$$

де  $\eta_{об}$  – ККД обвідних блоків;

$k$  – кількість обвідних блоків.

При опусканні вантажу відбуватиметься зворотній процес і максимальний натяг канату буде в останній від барабана гілці  $S_n$ .

Для спрощення розрахунку припустимо, що в даному механізмі підйому не використовуються обвідні блоки.

Оскільки, максимальний можливий натяг канату не може перевищувати знайдене раніше максимальне розривне зусилля канату  $S_1 \leq F_{max} = 781250 \text{ Н}$ , то з формули (2.7) знаходимо вагу вантажу:

$$P = \frac{S_1}{\frac{1-\eta}{1-\eta^n}} = S_1 \cdot \frac{1-\eta^n}{1-\eta}$$

Якщо  $n \rightarrow \infty$ , то  $\eta^n \rightarrow 0$ . Отже маємо вираз:

$$P = S_1 \cdot \frac{1}{1-\eta} = \frac{781250}{1-0,975} = 31250000 \text{ Н}$$

Тобто максимальна маса вантажу, який можливо підіймати одним механізмом підйому навіть при безкінечному збільшенні кратності поліспасту, при ККД блоків  $\eta = 0,975$  не може перевищувати:

$$Q_{max} = \frac{P}{10} = \frac{31250000 \text{ Н}}{10} = 3125000 \text{ кг} = 3125 \text{ т}$$

А це значить, що при сучасній потребі у переміщенні та монтажі надважких вантажів будівництво кранів з використанням лише одного механізму підйому являється неможливим. Тому усі сучасні надважкі крани проектується з декількома механізмами підйому, які працюють одночасно.

За допомогою Microsoft Excel було розраховано максимальну можливу вантажопідйомність для діапазону кратності поліспасту від 0 до 500 і побудовано графік залежності (рис. 2.6).

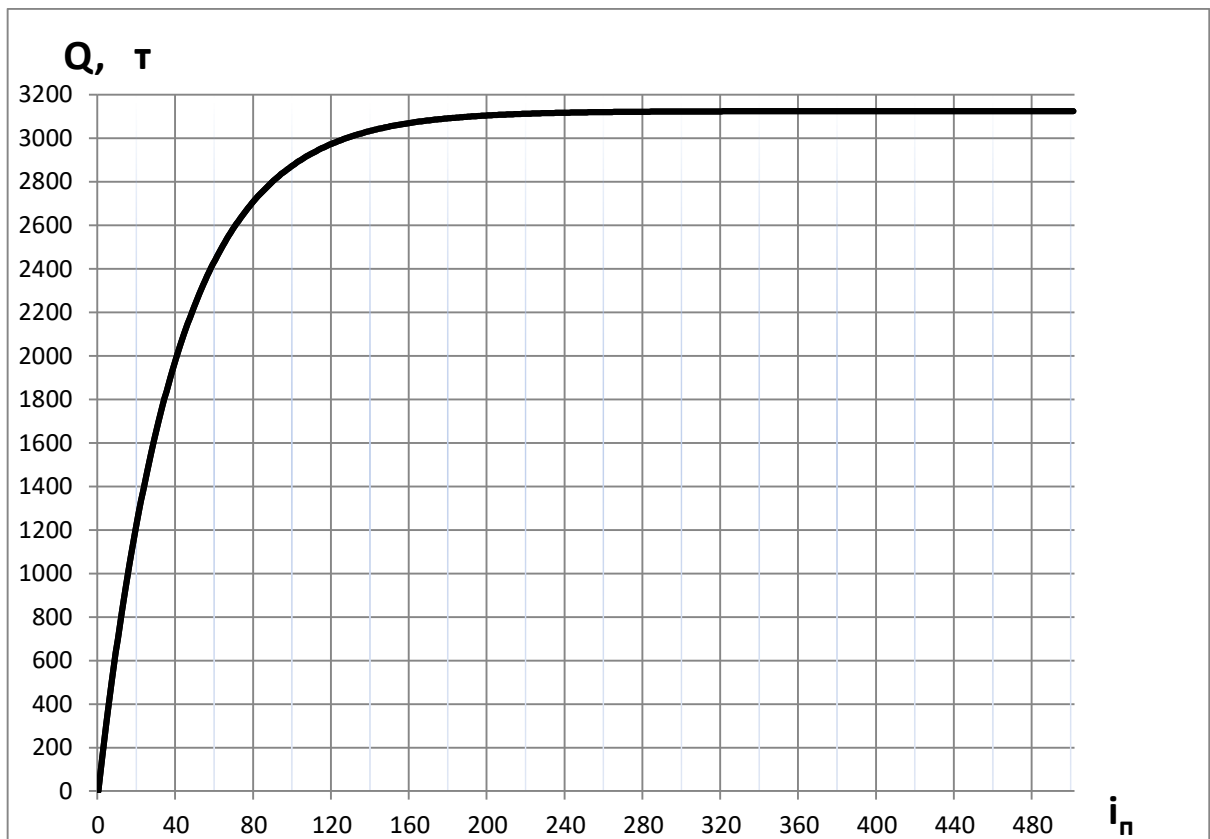


Рисунок 2.6 – Залежність максимальної вантажопідйомності від кратності поліспасти для канату діаметром 72 мм.

Дану криву можна умовно поділити на 3 зони:

I зона: при  $1 < i \leq 40$  – приріст вантажопідйомності відбувається по пропорційній залежності, близькій до лінійної, тобто, зі збільшенням кратності поліспасти в певне число разів  $n$ , яке лежить у межах даного діапазону, вантажопідйомність також зростає близько в  $n$  разів, а загальний ККД поліспасти  $\eta_n = 1 \dots 0,64$ .

II зона: при  $40 < i \leq 200$  – приріст вантажопідйомності відбувається по параболічній залежності, тобто, подальше збільшення кратності веде до зменшення приросту вантажопідйомності, внаслідок втрати тягового зусилля в канаті через тертя в блоках. Загальний ККД поліспасти  $\eta_n = 0,63 \dots 0,2$ .

III зона: при  $i > 200$  приросту вантажопідйомності майже не відбувається, оскільки тягове зусилля канату наближається до 0. Загальний ККД поліспасти  $\eta_n < 0,2$ .

Отже, можна зробити висновок, що найбільш доцільним є проектування машин, кратність поліспасти яких знаходиться в межах першої зони, оскільки це дозволяє нарощувати вантажопідйомність пропорційно кратності і уникати подальших недоцільних витрат потужності. Тобто при середньому ККД кожного блоку поліспасти  $\eta = 0,975$  максимально можливою з раціональних міркувань є кратність поліспасти  $i = 40$ , яка дозволяє досягти загальної вантажопідйомності  $Q = 1990$  т без врахування ваги вантажозахватного пристрою (далі будемо рахувати  $Q = 2000$  т, при цьому перевантаження не перевищує 0,5%).

Але під час підйому сила ваги вантажу не змінюється і все ще розподіляється між гілками канату, на яких він підвішений. Тому зі зростанням тягового зусилля в гілках канату, які знаходяться «ближче до барабану», відбувається пропорційне зменшення тягового зусилля у відповідних гілках канату, які знаходяться «далі від барабану» (рис. 2.7).

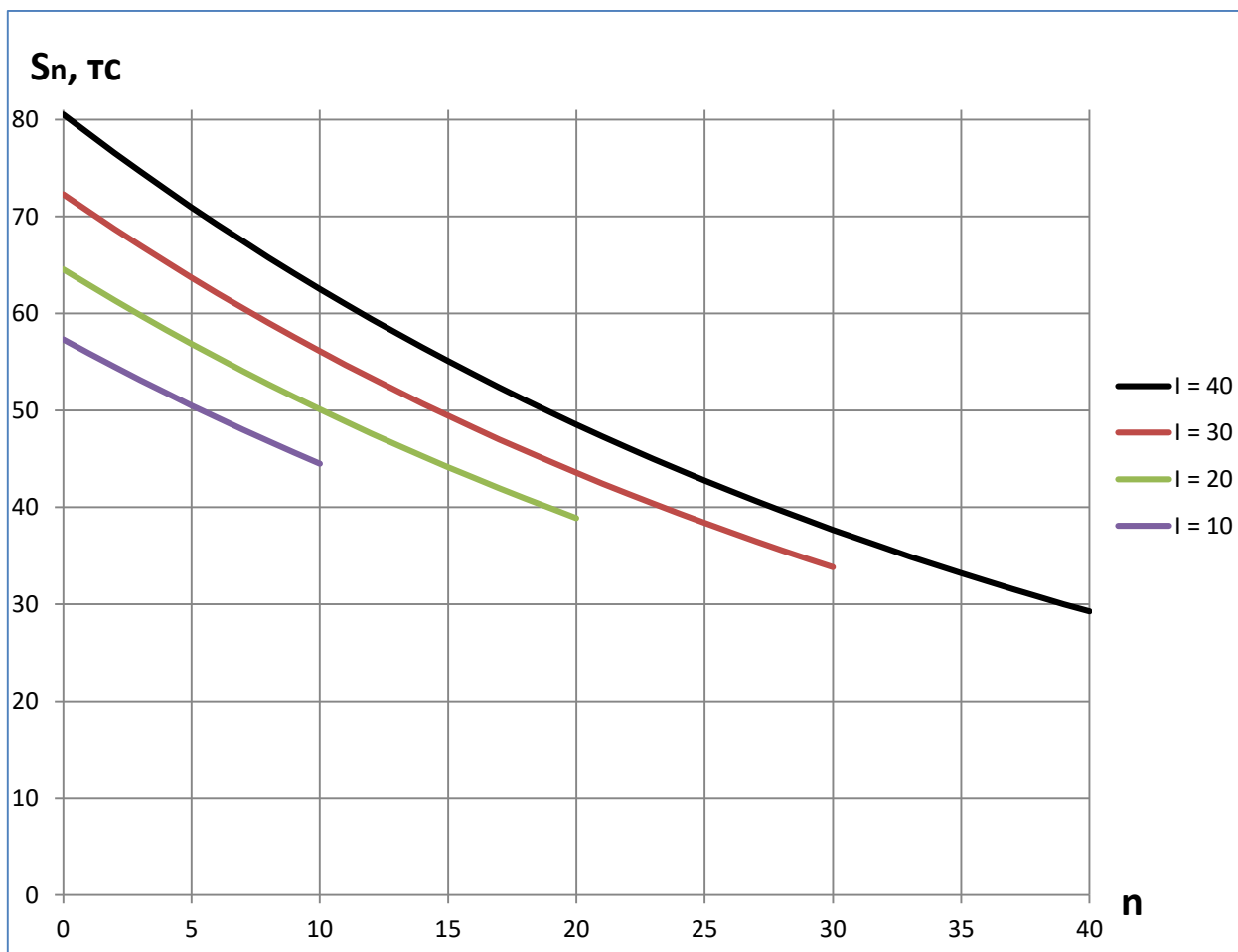


Рисунок 2.7 – Розподіл навантаження у гілках канату.

Тому на останній від барабану гілці канату буде спостерігатися найменше зусилля, яке буде рівним:

$$S_{40} = S_1 \cdot (\eta)^{40-1} = 78,125 \cdot 0,975^{39} = 29,1 \text{ кН}$$

При малій швидкості підйому поліспаст під дією сили ваги вантажу буде намагатися встановлюватись у горизонтальному положенні. Але для того щоб повністю виключити можливість перекосу поліспасту доцільно використовувати здвоєні поліспасти. Це дозволяє зменшити навантаження на канат, урівноважувати поліспаст, а отже і вантажозахватний пристрій, рівномірно розподіляти навантаження на опори барабану або візка, чи будь якої іншої ділянки (при використанні одного або пари співвісно встановлених барабанів). Так як досліджуванні крани мають велику вантажопідйомність і канатоємкість, то при здвоєному поліспасті необхідно встановлювати два окремих барабани з багатошаровою навивкою. Враховуючи підйомний крутний момент одного барабану при такій вантажопідйомності, то кожний барабан потребує власного приводу, тобто по своїй суті складатиме окремий механізм підйому. Тому подальший аналіз і розрахунок виконуємо для одного окремого приводу.

### 3. Розрахунок граничного приводу механізму підйому

Основні типи механізму підйому (лебідок) гаккових кранів виконаних за класичними кінематичними схемами (рис. 3.1, 3.2) не перевищують вантажопідйомності у 400...500 т і при цьому мають великі габаритні розміри та масу.

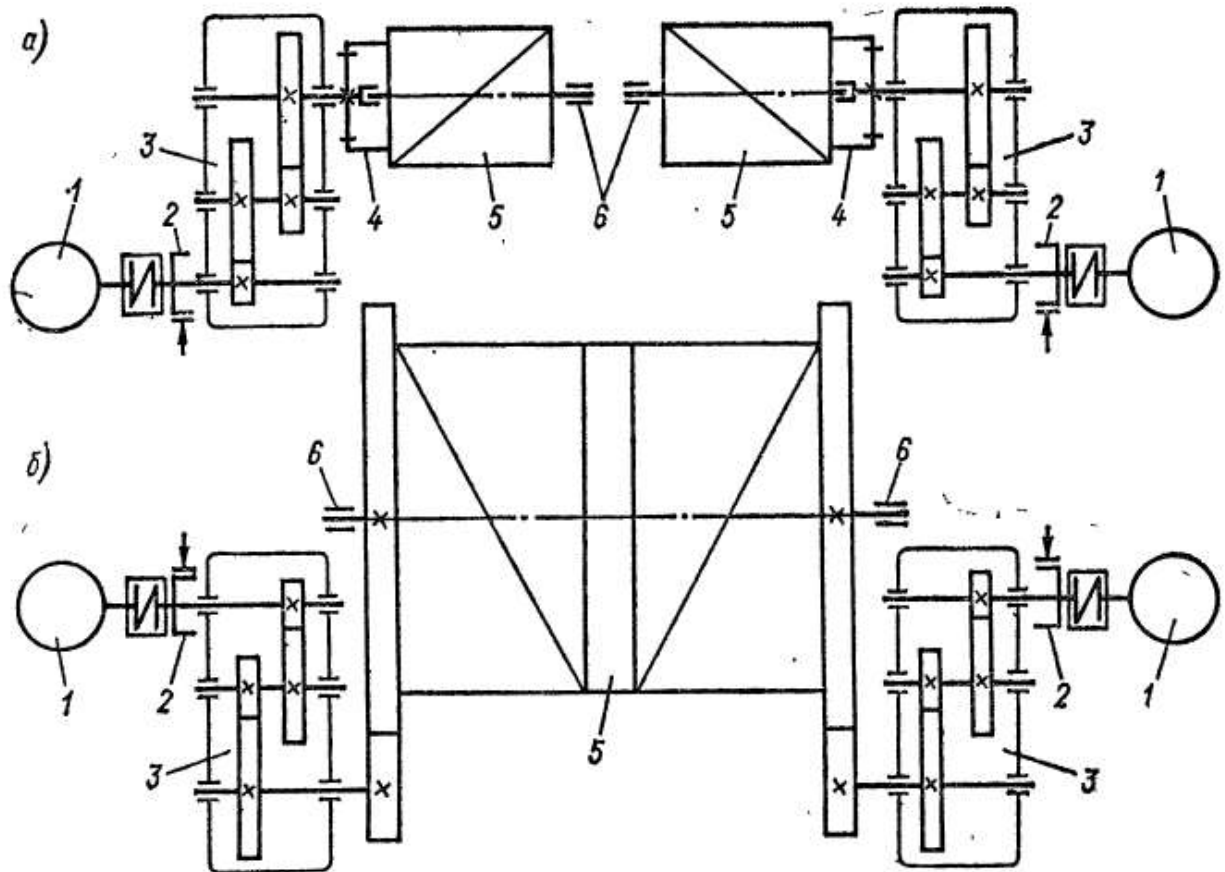


Рисунок 3.1 – Схема лебідок плавучих кранів:

а – «Севастополец» ( $Q = 140\text{ т}$ );

б – «Богатырь» ( $Q = 300\text{ т}$ ).

- 1) Двигун
- 2) Гальмо і пружна муфта
- 3) Редуктор
- 4) Шарнірне з'єднання
- 5) Барабан
- 6) Підшипник барабанів

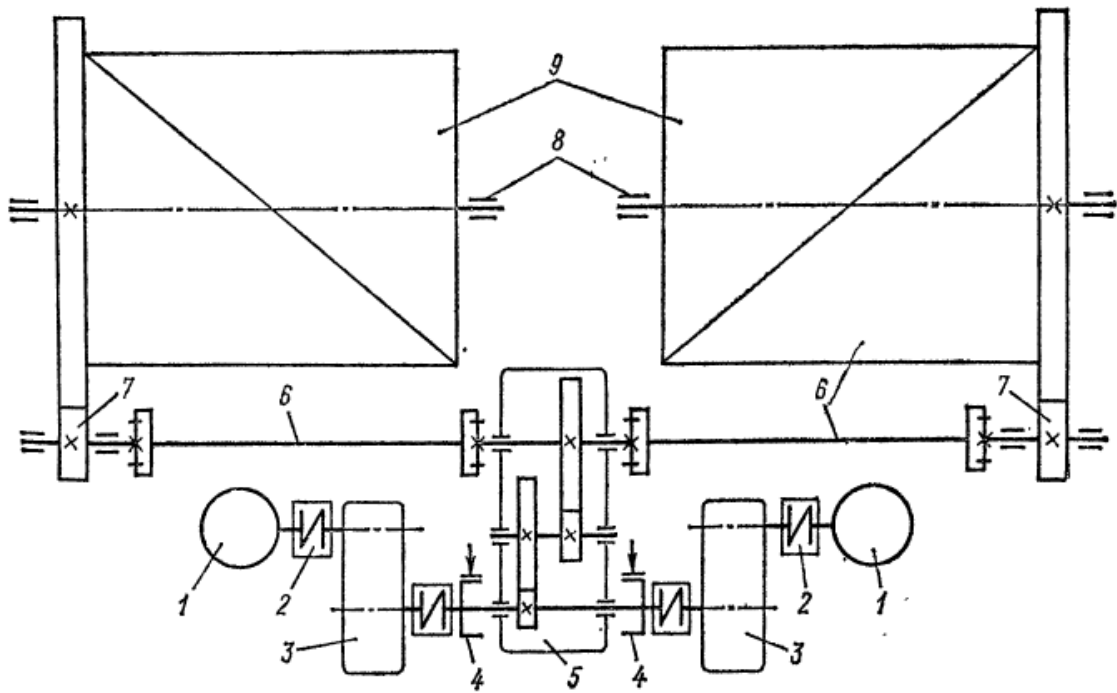


Рисунок 3.2 – Схема лебідки плавучого крану «Волгарь» ( $Q \approx 400$  т).

- 1) Двигун
- 2) Пружна муфта
- 3) Проміжний редуктор
- 4) Гальмо і пружна муфта
- 5) Редуктор
- 6) Вал-вставка з зубчастими муфтами
- 7) Шестерня відкритої передачі
- 8) Підшипники барабану
- 9) Барабани

Саме тому все більшого поширення набувають лебідки з використанням спеціальних планетарних і хвильових редукторів у парі з електричним або гідравлічним двигуном. Це дозволяє отримувати високий крутний момент при менших габаритах і, відповідно, зменшити габарити приводу в цілому.

Також існують випадки використання одного або пари ротаційних безредукторних високомоментних гідромоторів (рис. 3.3), які поєднуються безпосередньо з барабаном. Маса на одиницю потужності таких гідромоторів

складає 17...25 кг/кВт, а класичних зубчастих редукторів 40...50 кг/кВт. Гальма лебідок з високомоментним гідромотором, як правило, стрічкові, нормально замкнуті (пружиною) і розгальмовуються гідроштовхачем.

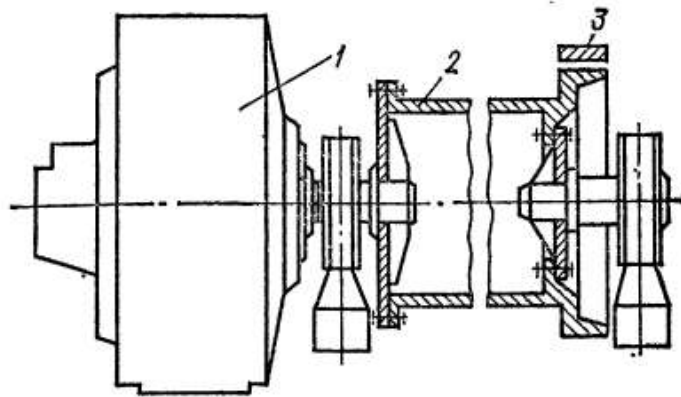


Рисунок 3.3 – Схема лебідки з приводом від високомоментного гідромотора.

- 1) Гідромотор
- 2) Барабан
- 3) Стрічкове гальмо

Також можливі випадки використання декількох сучасних високомоментних гідромоторів, які передають крутний момент через спеціальний одноступінчастий редуктор, який вмонтовано у барабан (рис. 3.4).

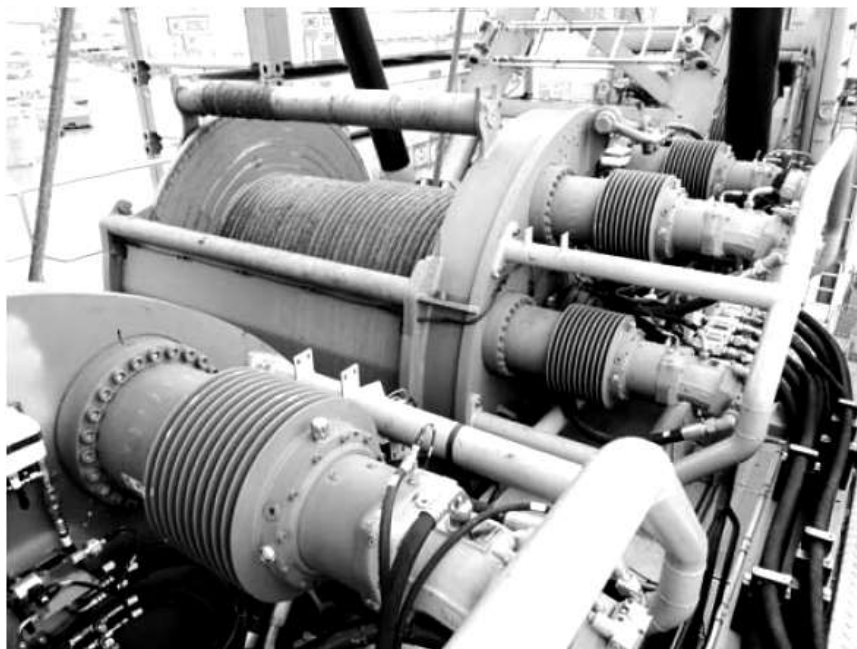


Рисунок 3.4 – Привід механізму підйому крану Liebherr LR-13000.

Така реалізація механізму підйому дозволяє значно зменшити габарити приводу, але потребує спеціальної гідравлічної системи високого тиску.

Загальний розрахунок механізму підйому включає в себе вибір кінематичної схеми механізму і подальшу її реалізацію: вибір вантажозахватного пристрою, поліспасту, двигуна, редуктора, муфт і гальм; вибір і розрахунок канату, розрахунок барабану і кріплення кінців канату до нього.

Для кранів з високою вантажопідйомністю головним питанням являється необхідність високого тягового моменту на барабані і забезпечення необхідної швидкості підйому вантажу. Саме тому і існує така різноманітність розглянутих вище реалізацій лебідок, кожна з яких має свої переваги і повинна розглядатися для кожного конкретного випадку окремо.

### 3.1 Кінематична схема

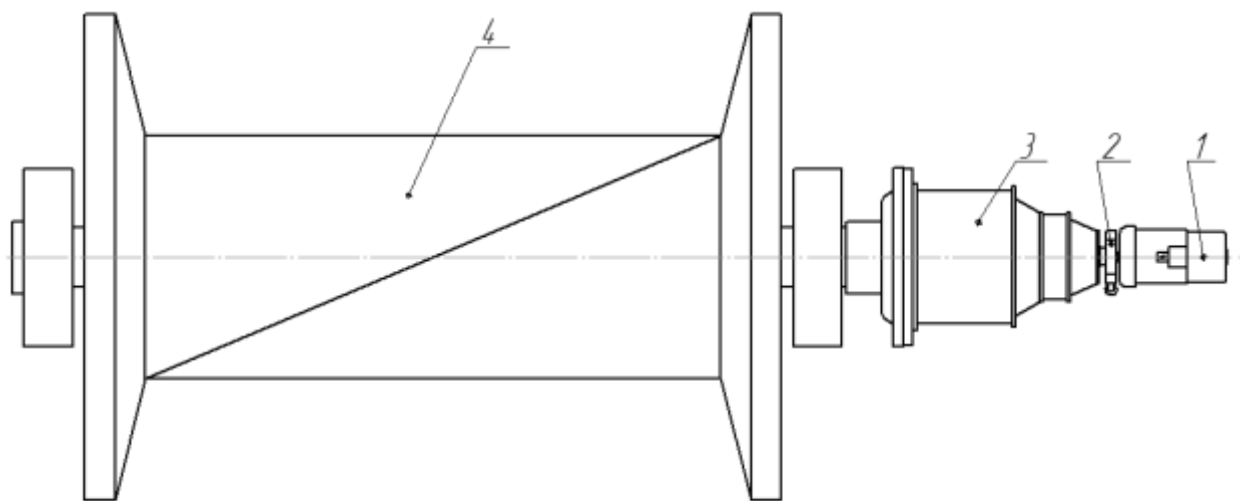


Рисунок 3.5 – Кінематична схема механізму підйому.

- 1) Двигун
- 2) Гальмо
- 3) Планетарний редуктор
- 4) Барабан

### 3.2 Вибір барабана

Барабани випускають для багатошарової та одношарової навивки канату. Барабани для багатошарової навивки використовують тільки при дуже великій довжині канату. Вони можуть мати гладку поверхню, або поверхню з гвинтовою канавкою. З двох боків барабани забезпечуються бортами (ребордами), які виступають над верхнім шаром укладеного канату не менше ніж на два діаметри.

При багатошаровому навиванні в нижньому шарі канату виникають високі контактні напруження не тільки від розтягу, а і від тиску верхніх шарів. Крім того при намотуванні канату на гладкий барабан відбувається тертя між сусідніми витками. Також при багатошаровій навивці перший шар лягає по гвинтовій лінії, а кожний наступний шар у протилежному напрямі. Все це викликає підвищене зношування канату і скорочує строк його експлуатації, але дозволяє суттєво зменшити габарити приводу.

Для барабанів з багатошаровим способом навивки необхідно обов'язково забезпечити правильне набігання канату на блоки та барабан, щоб не відбувалося різкого перегинання та запобігти можливі випадки надмірного натиску канату на край реборди. Для цього необхідно обов'язково використовувати канатоукладачі.

Останнім часом, для вирішення частини вище перерахованих проблем прийнято використовувати барабани виготовлені за методом «ступенів» (рис. 3.6, 3.7).

Дана модель дозволяє підвищити надійність роботи всього механізму підйому, який включає в себе канатний барабан. Завдяки новій конструкції реборди, циліндричної оболонки і кілець жорсткості, знижується знос канату. При цьому знижуються сили вклинювання каната в міжребордний простір в процесі переходу на вищий шар.

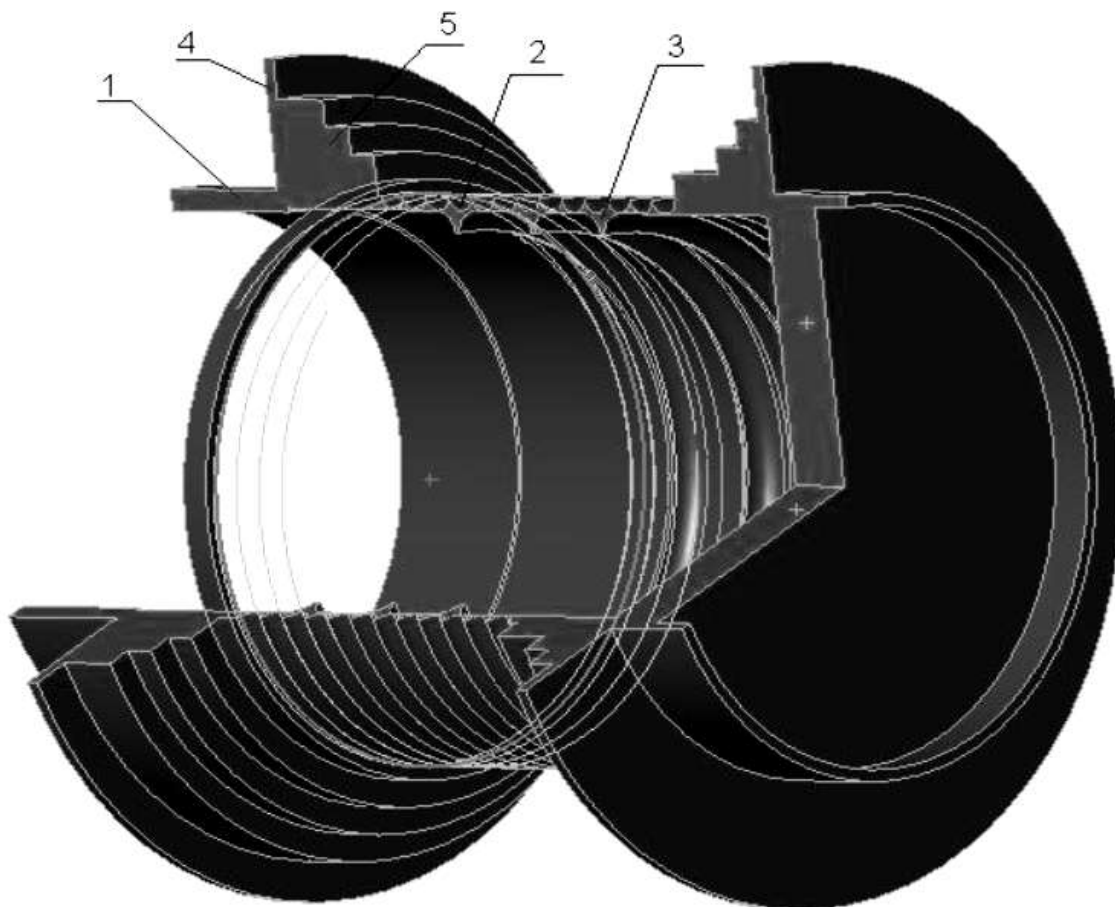


Рисунок 3.6 – Ступінчастий барабан для багатошарової навивки канату.

- 1) Циліндрична оболонка барабану
- 2) Нарізна частина (канавки під канат)
- 3) Кільце жорсткості
- 4) Реборда
- 5) Перехідні ступені

Конструкція реборди являє собою ряд послідовних ступенів для плавного переходу канату на нові шари навивки без затискання. Кількість ступенів дорівнює кількості передбачуваних шарів навивки.

Даний метод «ступенів» дозволяє значно знизити напруження на реборди і напруження бічного тиску на канат в місці переходу каната в наступний шар. Це дозволяє підвищити робочий ресурс барабана і сталюого каната, так як відсутнє тертя каната об реборди барабана. При цьому скорочується вплив сили тертя в процесі експлуатації вантажопідійомної установки.

Ступені, які розташовуються по спіралі, набирають повноцінний виток і наприкінці вирівнюються в кільце. Кінцеве кільце дозволяє вирівняти гвинтову лінію навивки для переходу в наступний шар навивки протилежного напрямку. В результаті кільце є кінцем нижнього і початком верхнього шару навивки. Плавний перехід в ступені забезпечується завдяки гвинтовій спіралі, початок якої має висоту нижнього шару, а кінець вже висоту верхнього. Кінець спіралі входить в кільце, яке має висоту верхнього шару. Канат, рухаючись по спіралі, набирає на виході повноцінну висоту верхнього шару і входить в кільце, де канат вирівнює своє становище для плавної зміни своєї гвинтової лінії у верхньому шарі. Далі канат рухається по нижньому шару навивки. Так відбувається підйом каната на вищий шар навивки.

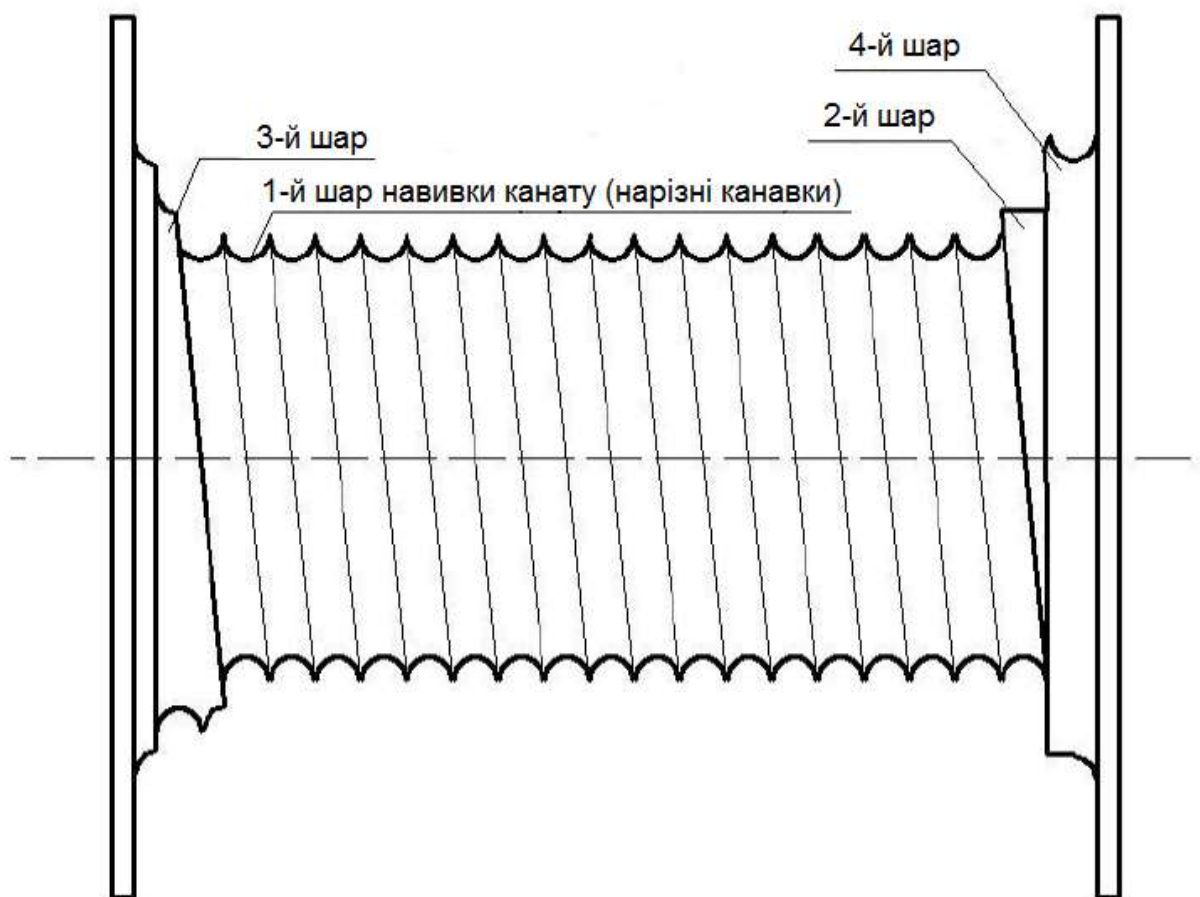


Рисунок 3.7 – Конструкція ступінчатого барабану.

### 3.2.1 Розрахунок розмірів блоків та барабана

Мінімальні діаметри барабанів та блоків визначають за формулами:

$$D_1 \geq h_1 \cdot d \quad (3.1)$$

$$D_2 \geq h_2 \cdot d \quad (3.2)$$

де  $d$  – діаметр каната, мм

$h_1, h_2$  – коефіцієнти вибору діаметрів відповідно барабана і блока.

Обираємо  $h_1 = 16$ ;  $h_2 = 18$ .

$D_1, D_2$  – діаметри, відповідно, барабана і блока по середній лінії навитого каната:

$$D_1 = h_1 \cdot d = 16 \cdot 72 = 1152 \text{ мм}$$

$$D_2 = h_2 \cdot d = 18 \cdot 72 = 1296 \text{ мм}$$

Таким чином ми встановили мінімальну границю розмірів для барабану  $D_1 = 1155$  мм, та блоків  $D_2 = 1300$  мм. Але дані залежності встановлювалися для кранів для яких максимальний діаметр канату лежав в межах 50...56 мм. В нашому випадку з метою зменшення внутрішніх напружень всередині проволок канату і подовження строку його експлуатації, а також для зменшення довжини барабану ми будемо розглядати блоки та барабани діаметром  $D \geq 2000$  мм.

Оскільки ми розглядаємо крани для підйому і монтажу надважких, а отже і негабаритних вантажів, то можлива висота підйому може бути від 40 до 120 м і більше. В даному випадку розглядаємо механізм з висотою підйому  $h = 100$  м.

Для безпечної експлуатації довжина барабану має бути такою, щоб при найнижчому положенні вантажозахватного пристрою на барабані знаходилося не менше ніж 1,5 витка канату на враховуючи тих, які

знаходяться під затискним пристроєм. Але в даному випадку для спрощення розрахунку можна цим знехтувати оскільки ці 1,5 витка складають незначний відсоток від загальної канатоємкості барабану.

Довжину барабану для багат шарової навивки канату знаходять за формулою:

$$l_6 = \frac{L_k \cdot d_k}{\pi \cdot n \cdot (n \cdot d_k + D_6)} \quad (3.3)$$

де  $l_6$  – довжина барабану;

$L_k$  – довжина канату;

$d_k$  – діаметр канату;

$n$  – кількість шарів;

$D_6$  – діаметр барабану.

Кількість можливих шарів укладки канату обираємо за існуючими аналогами:  $n = 4 \dots 6$ .

Але важливо пам'ятати, що збільшення діаметру барабану веде не тільки до зменшення його довжини і згинаючих зусиль в канаті, а і до збільшення необхідного для підйому крутного моменту і швидкості підйому, а це призводить до необхідності збільшення передаточного числа механізму. А збільшення кількості шарів навивки призводить до збільшення стискаючого зусилля у нижніх шарах канату і стінок барабану.

За допомогою Microsoft Excel було розраховано довжину барабану в залежності від його діаметру ( $D_6 = 2 \dots 5$  м) та кількості шарів укладки канату ( $n = 4 \dots 6$ ) для діапазону кратності поліспасти  $i_n = 1 \dots 200$  і побудовано графіки залежності (рис. 3.8, 3.9, 3.10).

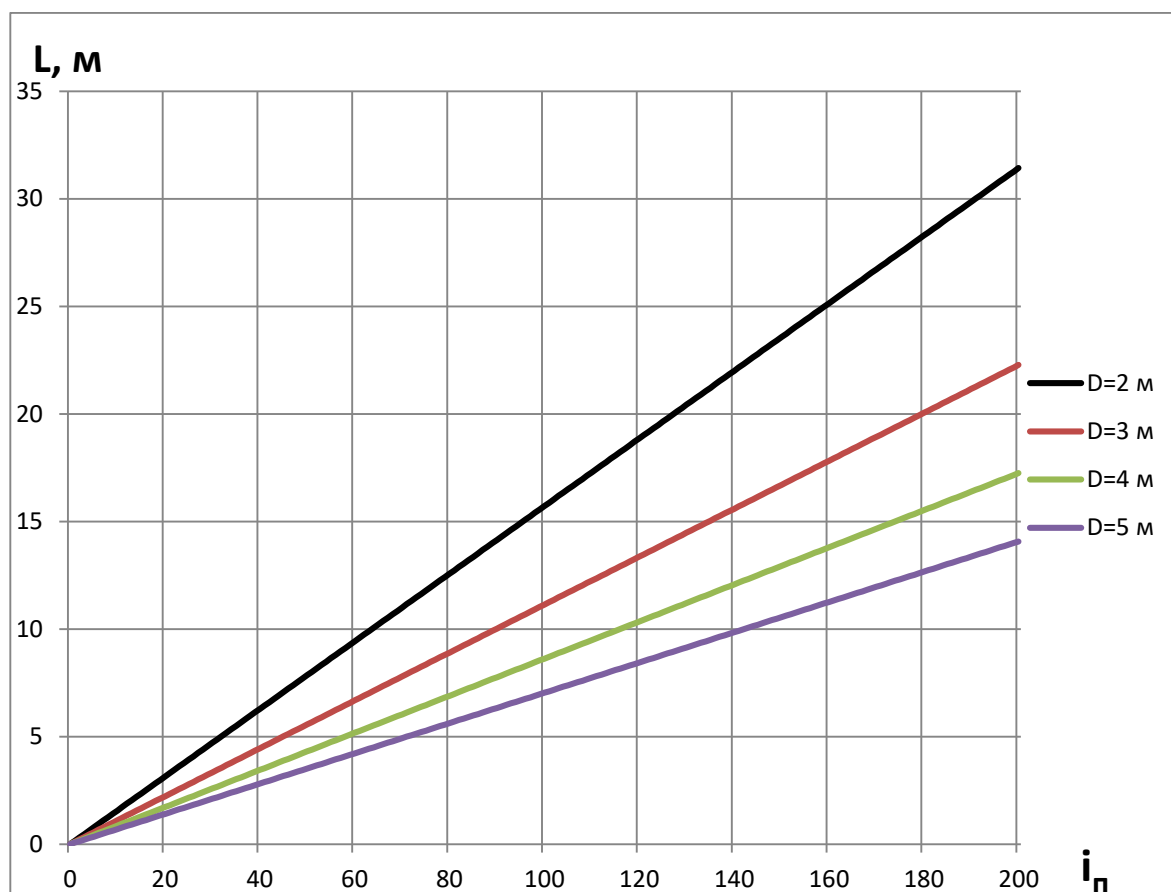


Рисунок 3.8 – Залежність довжини барабану від його діаметру та кратності поліспаду при намотуванні канату у 6 шарів.

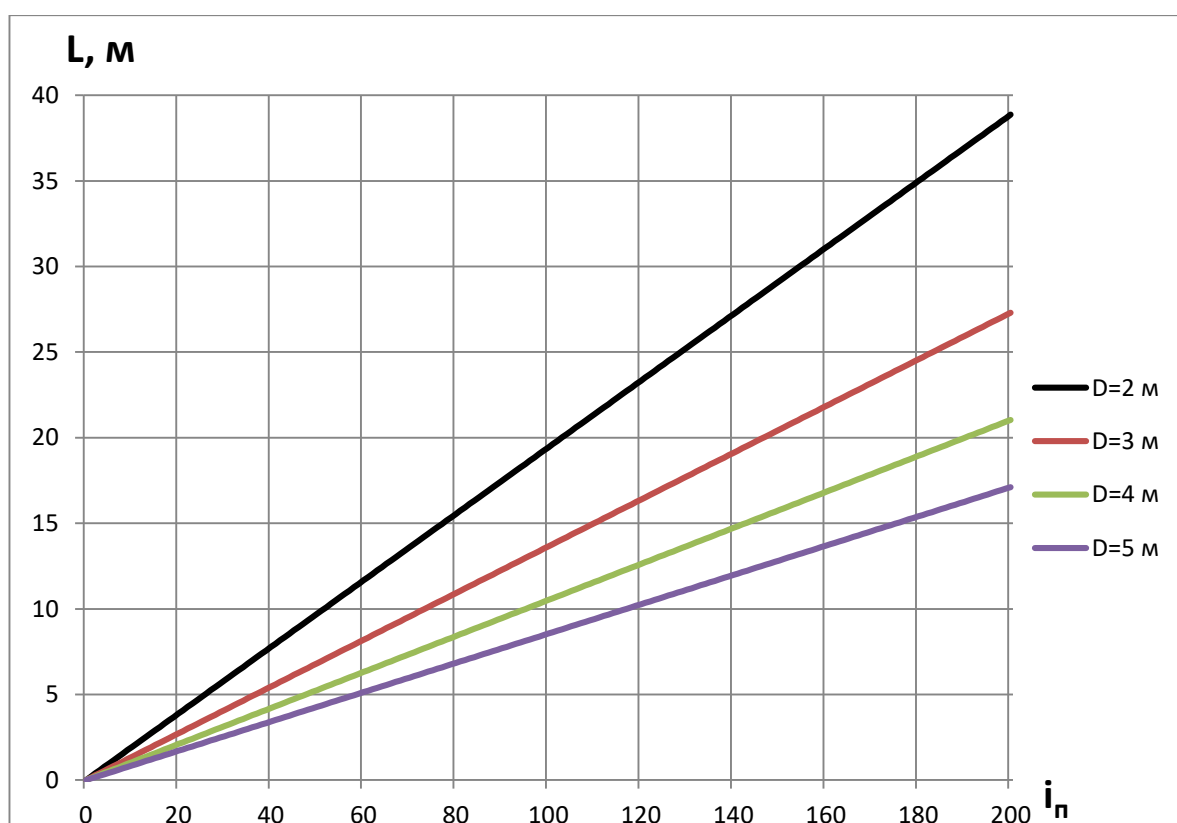


Рисунок 3.9 – Залежність довжини барабану від його діаметру та кратності поліспаду при намотуванні канату у 5 шарів.

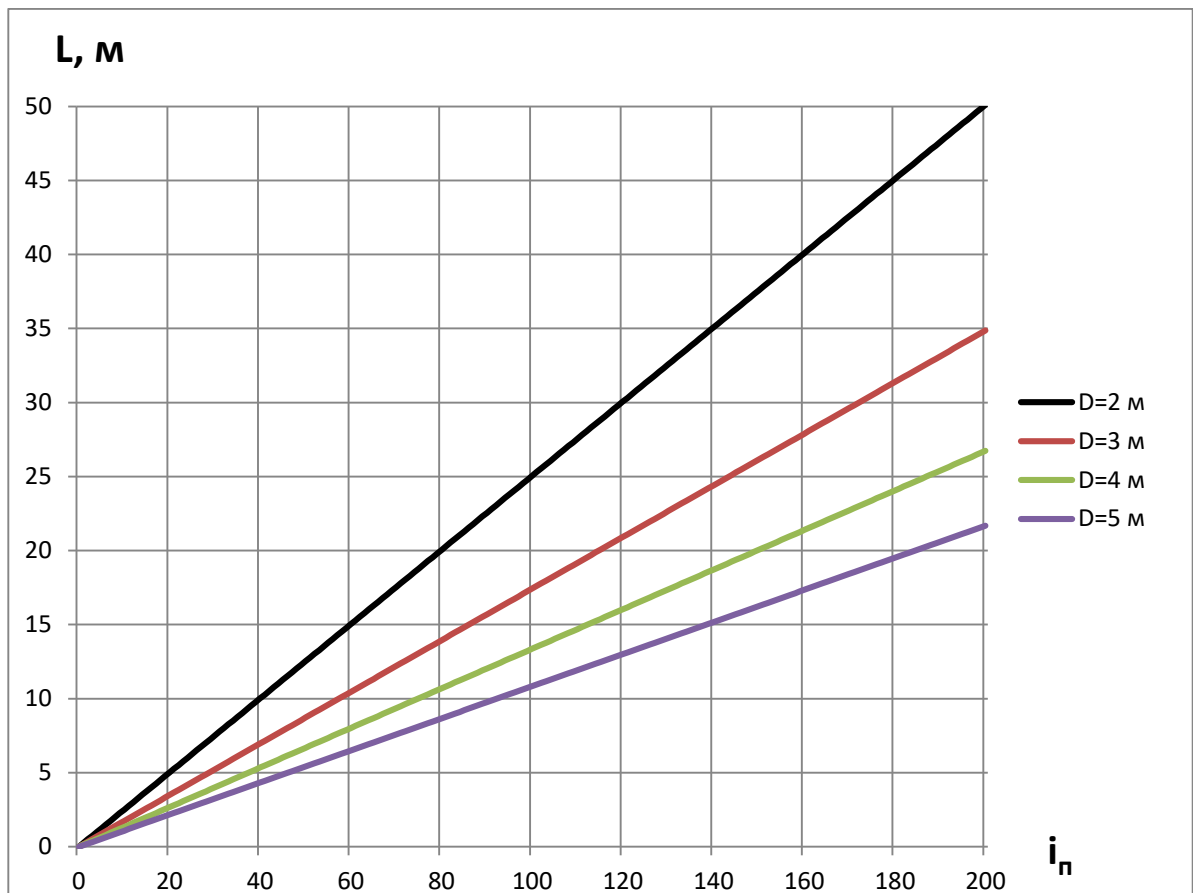


Рисунок 3.10 – Залежність довжини барабану від його діаметру та кратності поліспаду при намотуванні канату у 4 шари.

З графіків видно, що при оптимальній кратності поліспаду  $i = 40$ , можлива довжина барабану в залежності від його діаметру та кількості шарів навивки лежить у діапазоні від 2,5 м до 10 м. Оперуючи цими параметрами можна підібрати оптимальні габарити механізму підйому.

Обираємо діаметр барабану  $D_6 = 2$  м, кількість шарів укладки канату  $n = 4$  та знаходимо необхідну довжину барабана:

$$l_6 = \frac{4000 \cdot 0,072}{3,14 \cdot 4 \cdot (4 \cdot 0,072 + 2)} = 10 \text{ м}$$

За попереднім розрахунком стінки барабану при його довжині 10 м та діаметрі 2 м повинні складати не менше ніж 160 мм.

### 3.3 Вибір двигуна

Електродвигун вибираємо за необхідною статичною потужністю:

$$P_{\text{ст}} = \frac{10 \cdot Q_{\text{max}} \cdot V_{\text{п}}}{\eta} = \frac{10 \cdot 2000 \cdot 0,0056}{0,58} = 193 \text{ кВт} \quad (3.4)$$

де  $Q_{\text{max}} = 2000 \text{ т}$  – маса підіймаємого вантажу;

$\eta$  – загальний ККД механізму підйому;

$$\eta = \eta_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{б}} \cdot \eta_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{м}} = 0,64 \cdot 0,96 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 0,58 \quad (3.5)$$

де  $\eta_{\text{п}}$  – ККД поліспасти;

$\eta_{\text{б}} = (0,96 \dots 0,98) = 0,96$  – ККД барабану встановленого на підшипниках кочення;

$\eta_{\text{р}} = 0,9 \dots 1$  – ККД планетарного редуктору;

$\eta_{\text{м}} = 0,99$  – ККД з'єднувальних муфт.

$V_{\text{п}} = 0,0056 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  – швидкість підйому вантажу.

Очевидно, що під час намотування канату на барабан з кожним наступним шаром, який лягає на попередній буде збільшуватися швидкість підйому вантажу внаслідок збільшення діаметру намотування канату. Тому розрахунок статичної потужності двигуна будемо виконувати з урахуванням максимальної можливої швидкості при намотуванні останнього шару канату.

Обираємо двигун 4АН355М8У3 потужністю  $P = 200 \text{ кВт}$  та частотою обертання  $n = 740 \text{ хв}^{-1}$ .

### 3.4 Вибір редуктора

Редуктор вибираємо по передаточному числу та максимальному

розрахунковому необхідному крутному моменту.

Передаточне число знаходять за формулою:

$$U_p = \frac{n_{дв}}{n_6} = \frac{740}{1,7} = 435 \quad (3.6)$$

де  $n_{дв}$  – частота обертання вала двигуна;

$n_6$  – частота обертання барабана при підйомі вантажу,  $хв^{-1}$ ;

$$n_6 = \frac{60 \cdot V_{п} \cdot i_{п}}{\pi \cdot D_n} = \frac{60 \cdot 0,0056 \cdot 40}{3,14 \cdot 2,5} = 1,7 \text{ хв}^{-1} \quad (3.7)$$

де  $V_{п} = 0,0056 \frac{м}{с}$  – швидкість підйому вантажу;

$D_{max}$  – діаметр барабана по центрам витків останнього шару:

$$D_{max} = D_6 + 2 \cdot d_k \cdot (n - 1) + d_k = 2 + 2 \cdot 0,072 \cdot 3 + 0,72 = 2,5 \text{ м}$$

де  $n = 4$  – кількість шарів навивки.

Максимальний розрахунковий крутний момент знаходять за формулою:

$$T_{max} = \frac{\kappa_6 \cdot S_{max} \cdot D_{max}}{2 \cdot \eta_6 \cdot \eta_M} = \frac{1 \cdot 781250 \cdot 2,5}{2 \cdot 0,96 \cdot 0,99} = 1027528 \text{ Нм} \quad (3.8)$$

Розглянувши продукцію ряду компаній, які виготовляють редуктори було знайдено лише один тип редукторів, який би задовольняв нашим умовам. Це спеціальний високомоментний планетарний редуктор компанії «PIV Drives» (Додаток А) S-K-PLB-GE109-R1-1-HP-V-160-Z40 з такими технічними характеристиками:

- передаточне число:  $U_p = 450$

- номінальна потужність:  $P = 136 \text{ кВт}$
- номінальний крутний момент на вихідному валу:  $T = 1015 \text{ кНм}$ .

Можливе короткочасне перевантаження редуктора під час намотування останнього шару канату на барабан, становить менше ніж 1,5% і лежить в межах норми для даного типу редуктора.

Вал барабана поєднується безпосередньо з вихідним порожнистим валом редуктора, а крутний момент передається за допомогою шліцевої передачі.

Поєднання вхідного валу редуктора і валу двигуна здійснюється за допомогою зубчастої муфти.

Знаходимо фактичні максимальну і мінімальну швидкості:

$$V_{\phi \max} = \frac{\pi \cdot D_{\max} \cdot n_{\text{дв}}}{i_{\text{п}} \cdot U_{\text{р}} \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 740}{40 \cdot 450 \cdot 60} = 0,00538 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (3.9)$$

$$V_{\phi \min} = \frac{\pi \cdot D_{\min} \cdot n_{\text{дв}}}{i_{\text{п}} \cdot U_{\text{р}} \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 740}{40 \cdot 450 \cdot 60} = 0,0043 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (3.10)$$

### 3.5 Вибір муфти

Зубчасту муфту вибирають за необхідним діаметром для посадки на вал та крутним моментом.

Знаходимо крутний момент:

$$T_{\text{м}} = T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2 \leq T_{\max} \quad (3.11)$$

де  $K_1 = 1,3$  – коефіцієнт, який враховує ступінь відповідальності механізму;

$K_2 = 1,1$  – коефіцієнт, який враховує режим роботи механізму;

$T_{\text{н}}$  – номінальний крутний момент, який передає муфта:

$$T_H = \frac{10^3 \cdot 30 \cdot P_d}{\pi \cdot n_d} = \frac{10^3 \cdot 30 \cdot 200}{3,14 \cdot 740} = 2582 \text{ Нм} \quad (3.12)$$

де  $P_d = 200 \text{ кВт}$  – потужність двигуна;

$n_d = 740 \text{ хв}^{-1}$  – частота обертів двигуна.

$$T_M = 2582 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 3692 \text{ Нм}$$

Обираємо муфту МЗ 1-25000-80-1У2 ГОСТ 50895-96.

### 3.6 Вибір гальм

Гальма механізму підйому вибираємо по потрібному гальмівному моменту:

$$T_\Gamma = \frac{10^4 \cdot Q_{max} \cdot D_{max} \cdot \eta \cdot K_\Gamma}{2 \cdot i_n \cdot U_p} \quad (3.13)$$

де  $K_\Gamma = 1,5$  – коефіцієнт запасу гальмування для легкого режиму роботи.

$$T_\Gamma = \frac{10^4 \cdot 2000 \cdot 2,5 \cdot 0,58 \cdot 1,5}{2 \cdot 40 \cdot 450} = 1208 \text{ Нм}$$

Обираємо (Додаток Б):

Тип гальм – ТКГ-400У2.

Діаметр гальмівного шківа – 400 мм.

Найбільший гальмівний момент – 1500 Нм.

Марка гідроштовхача – ТЭ80.

#### 4. Оптимізація механізму підйому

З огляду існуючих типів важких вантажопідйомних кранів було встановлено, що у більшості з них середнє навантаження в одному канаті від максимального вантажу, підвішеного до вантажозахватного органу крану, становить порядку 500 кН.

З розрахунку найбільшої вантажопідйомності одним механізмом підйому було встановлено, що при зростанні кратності поліспасту, зростає і необхідне для підйому вантажу тягове зусилля канату (рис. 2.7) через втрати в блоках поліспасту. А оскільки вибір канату обмежений стандартом, то необхідно обмежувати максимальне навантаження на канат.

Виходячи з цих міркувань, оптимальним середнім навантаженням на канат для кранів граничної вантажопідйомності є 500 кН. Це навантаження є достатньо великим, щоб уникнути зайвого роздрібнення, а значить і ускладнення механізму підйому, і достатнім, щоб при використанні великої кратності поліспасту, яка призводить до збільшення максимального напруження в канаті, залишатися в межах вибору стандартизованого канату.

Таким чином, можна скласти таблицю рекомендованих типів компоновки механізму підйому крану в залежності від його вантажопідйомності (таб. 4.1).

Таблиця 4.1 – Рекомендована компоновка механізму підйому.

| <i>Кількість перетинів канату</i> | <i>Загальна вантажопідйомність, т</i> | <i>Кількість приводів</i> | <i>Кратність поліспасту одного приводу</i> | <i>Тягове зусилля одного приводу, кН</i> |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| 10                                | 500                                   | 1                         | 10                                         | 558,86                                   |
|                                   |                                       | 2                         | 5                                          | 525,63                                   |
| 20                                | 1000                                  | 2                         | 10                                         | 558,86                                   |
| 24                                | 1200                                  | 2                         | 12                                         | 572,52                                   |
| 28                                | 1400                                  | 2                         | 14                                         | 586,38                                   |
| 32                                | 1600                                  | 2                         | 16                                         | 600,46                                   |
| 36                                | 1800                                  | 2                         | 18                                         | 614,74                                   |
| 40                                | 2000                                  | 2                         | 20                                         | 629,23                                   |
|                                   |                                       | 4                         | 10                                         | 558,86                                   |

Продовження таблиці 4.1

|     |       |   |    |        |
|-----|-------|---|----|--------|
| 44  | 2200  | 2 | 22 | 643,92 |
|     |       | 4 | 11 | 565,66 |
| 48  | 2400  | 2 | 24 | 658,82 |
|     |       | 4 | 12 | 572,52 |
| 52  | 2600  | 2 | 26 | 673,92 |
|     |       | 4 | 13 | 579,42 |
| 56  | 2800  | 2 | 28 | 689,23 |
|     |       | 4 | 14 | 586,38 |
| 60  | 3000  | 2 | 30 | 704,73 |
|     |       | 4 | 15 | 593,39 |
| 64  | 3200  | 4 | 16 | 600,46 |
| 72  | 3600  | 4 | 18 | 614,74 |
| 80  | 4000  | 4 | 20 | 629,23 |
| 88  | 4400  | 4 | 22 | 643,92 |
| 96  | 4800  | 4 | 24 | 658,82 |
| 100 | 5000  | 4 | 25 | 666,35 |
| 104 | 5200  | 4 | 26 | 673,92 |
| 112 | 5600  | 4 | 28 | 689,23 |
| 120 | 6000  | 4 | 30 | 704,73 |
| 128 | 6400  | 4 | 32 | 720,44 |
| 136 | 6800  | 4 | 34 | 736,34 |
| 140 | 7000  | 4 | 35 | 744,37 |
| 144 | 7200  | 4 | 36 | 752,44 |
| 152 | 7600  | 4 | 38 | 768,73 |
| 160 | 8000  | 4 | 40 | 785,22 |
| 240 | 12000 | 8 | 30 | 704,73 |
| 256 | 12800 | 8 | 32 | 720,44 |
| 272 | 13600 | 8 | 34 | 736,34 |
| 288 | 14400 | 8 | 36 | 752,44 |
| 304 | 15200 | 8 | 38 | 768,73 |
| 320 | 16000 | 8 | 40 | 785,22 |

Подальшу реалізацію приводу (лебідки) механізму підйому виконують в залежності від необхідних характеристик і параметрів (маси, габаритів, місця знаходження і т.д.).

Приводи можуть бути реалізовані у складі одного загального механізму підйому (до 4 приводів) де вони працюють разом, або у вигляді окремих незалежних механізмів, які можуть працювати як разом так і окремо. При

використанні більше 4-х приводів, через складність узгодження їх роботи, раціонально проектувати крани з повністю незалежними підйомними механізмами, що дає ряд переваг, а саме:

- збільшення точок кріплення вантажу, а значить і більш рівномірний розподіл навантаження на металоконструкцію крану і конструкцію самого вантажу;
- при підйомі вантажів, менших за масою від номінального, є можливість використання лише необхідного числа механізмів підйому, що зменшує енерговитрати;
- є можливість обслуговування і ремонту одного з механізмів підйому без зупинки усього крану.

До негативних моментів такого розділення механізму підйому слід віднести необхідність складної системи керування та узгодження сумісної роботи механізмів.

Також слід зазначити, що при використанні стрілових мобільних кранів, достатньо рідким є використання повного потенціалу вантажопідйомності. Більш поширеним є випадок необхідності подовження стріли для збільшення висоти підйому і підняття вантажу меншого від номінального у декілька разів. В такому випадку, під час монтажу крану, зменшують кратність поліспасти механізму підйому, чим набирають необхідну довжину канату при тій самій канатоємкості барабану, а для підйому вантажу можуть використовувати лише частину від загальної кількості підйомних лебідок. Іншу частину можуть використовувати для регулювання зміни вильоту стріли або її подовжувачів, або не використовувати взагалі, що зменшує енерговитрати механізму.

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Надані основні заходи з охорони праці при розробці та дослідженню основ методики проектування механізмів кранів з граничних параметрів.

### 5.1 аналіз потенційних небезпек.

Планування та реалізацію заходів попередження потенційних небезпек можна здійснювати як з використанням функціонального підходу так і процесорного підходу.

При використанні функціонального підходу аналіз потенційних небезпек складається з визначення потенційно небезпечного або шкідливого виробничого фактору, або наявності конструктивного недоліку, пошуку причин його прояву та з'ясування можливих наслідків. Виробничий фактор та конструктивні особливості обладнання самі по собі, не є загрозою для життя та здоров'я людини, а прояв небезпек пов'язано з порушенням правил з охорони праці при виконанні дій, де присутній відповідний виробничий фактор або недостатня надійність машин та механізмів.

Планування та здійснення заходів з охорони праці виконують на основі аналізу потенційних небезпек з метою попередження прояву небезпек з використанням організаційних і технічних методів.

#### а) потенційні небезпеки, фізичного характеру:

Можливість отримання механічних травм через не ергономічність робочого місця які пов'язані з порушеннями правил з охорони праці, зокрема, отримання механічних травм вразі не ергономічної конструкції та взаємне розташуванні елементів робочого місця;

#### б) потенційні небезпеки ураження електричним струмом:

Застаріла або пошкоджена оргтехніка, яка має пошкоджену або оголену електропроводку;

в) проблематика загального підходу у визначені граничних параметрів механізмів кранів:

#### г) потенційні небезпеки санітарно-гігієнічного характеру, при визначені

небезпек слід враховувати вплив тільки тих санітарно-гігієнічних факторів, що не відповідають нормам, які визначені у нормативно-правових актах з охорони праці, перевищують припустимі рівні або перевищують гранично-припустимі концентрації, зокрема санітарно-гігієнічних умов при використанні комп'ютерної техніки, незадовільні метеопараметри та рівень освітлення

д) потенційні небезпеки, що пов'язані з порушеннями правил пожежної безпеки:

можливість загорянь внаслідок порушень правил з пожежної безпеки, короткого замикання, що може призвести до пожеж;

є) потенційні небезпеки, які мають прояв в умовах надзвичайних ситуацій:

е) невідповідність персоналу діям в умовах надзвичайних ситуацій, що може призвести до паніки і як наслідок людських втрат.

## 5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) Для усунення загрози отримання механічних травм через не ергономічність робочого місця необхідно правильно організувати робоче місце, враховуючи ергономічні вимоги дослідника згідно з ГОСТ 12.2.032-78 «Робоче місце при виконанні робіт сидячи. Загальні ергономічні вимоги».

Конструкція та взаємне розташування елементів робочого місця повинні відповідати антропогенним, фізіологічним і психологічним вимогам, а також характеру людини. При проектуванні обладнання та організації робочого місця слід врахувати антропометричні показники дослідника, зручність розташування клавіатури, дисплея та інших необхідних для роботи пристроїв, а також зони досяжності рук дослідника, що необхідно для роботи пристроїв. Враховуючи зріст та вагу дослідника визначається висота стола, за яким він працює. Робочий стілець також має бути зручним для роботи. При організації робочого місця повинні бути створення умови для попередження неправильних дій (помилки) оператора. З цією метою всі основні та аварійні

органи управління повинні легко опізнаватися ( зорово або на дотик), між органами управління має бути вільний простір, що дозволяє легко маніпулювати ними без зачіпання сусідніх органів управління.

б) Для запобігання ураження електричним струмом, передбачено: електрообладнання має відповідати ГОСТ 12.1.019-79 « Система стандартів безпеки праці. Електробезпеки. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту» та ПУЕ-2013. Експлуатацію електрообладнання та електроустановок потрібно проводити згідно з « Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» та « Правил технічної безпеки при експлуатації електроустановок споживачів»:

- ізоляція струмоведучих частин ( робота, додаткова, посилена, подвійна) повинна відповідати ГОСТ 12.2.007-75 « Системи стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;
- захисне відключення відповідно ГОСТ 12.2.007-75 «Системи стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;
- відповідність електрообладнання відповідно ГОСТ 12.2.019-79 « Система стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту».

в) Використання процесного підходу до визначення граничних параметрів механізмів кранів.

При використанні процесного підходу у питаннях забезпечення безпеки, згідно вимог ISO 45001:2018 «Системи менеджменту охорони здоров'я і забезпечення безпеки праці. Вимоги і настанова по їх застосуванню» система управління охороною праці є невід'ємною складовою будь-яких систем виробничих процесів, що обумовлює необхідність її менеджменту. З позицій процесного підходу до забезпечення безпеки кожен виробничий процес необхідно представити як послідовність процедур та дій при досягненні потрібного результату. Важливим є вичленення найбільш небезпечних сегментів виробничого процесу та на цій підставі надати технічне рішення

яке дозволило б зменшити ступінь ризику.

Впровадження процесного підходу в загальному вигляді надано в таблиці 1.

**Етапи впровадження процесного підходу при підвищенні безпеки технологічних процесів.**

Таблиця 1

| I етап                                                                                                                         | II етап                                                                                                    | III етап                                                               | IV етап                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| З'ясовується ланцюг технологічних процесів виробництва або досліджень з використанням дослідницького технологічного обладнання | Процеси ранжируються по значності та по ступеню небезпеки і моделюються «як є» (див. <u>модель AS-IS</u> ) | Проводиться аналіз і виявлення найбільш небезпечних складових процесів | На підставі отриманих результатів будуються моделі «як надо» ( <u>TO-BE</u> ) |



Рисунок 2.1. Використання процесного підходу до визначення граничних параметрів механізмів кранів.

Таким чином, найбільш небезпечними ланками в кінематичній схемі є людський фактор та некваліфікованість персоналу

Для забезпечення умов безпеки приймається технічне рішення, найбільш ефективним з яких є заміна застарілого та небезпечного обладнання на сучасне та досконале і встановлення запобіжних механізмів.

Критична швидкість пересування вантажу є однією із проблем при експлуатації вантажо-підйомних машин та обладнання, так як номінальними режимами роботи машини нехтують для збільшення продуктивності та швидкості роботи. Найчастіше таке нехтування призводить до зменшення терміну роботи механізмів та вузлів.

Рідше до виходу зі строю механізмів та викривлення металоконструкції, яка може призвести до пошкодження елементів і вузлів та трагічних наслідків.

Вирішення зазначеної проблеми:

- 1) Встановлення запобіжного пристрою;
- 2) Відправлення персоналу на необхідні кваліфіковані курси.

.

### 5.3 Заходи забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

в) Загальні вимоги до техніки безпеки при роботі на комп'ютері

Персонал, що працює на комп'ютері зобов'язаний дотримуватися вимог інструкції, розробленої на підставі Санітарних норм і правил СанПин 2.2.2.542-96 « Гігієнічні вимоги до відео дисплейних терміналів, персональними електророзрахунковими машинами і організації робіт», а також нести особисту відповідальність за дотримання вимог безпеки своєї праці і за створення небезпечного чи шкідливого виробничого фактора для інших працюючих і помилку комп'ютера.

Основні правила організації простору навколо робочого місця:

- при тривалому і інтенсивному використанні, на поверхні модулів ПК (системний блок, монітор, мишка і т.д.) виникають невеликі розряди струму. Ці частинки активізуються під час дотиків до них і призводять до виходу техніки з ладу. Потрібно регулярно використовувати нейтралізатори, зволожувачі повітря, антистатиками;
- навколо столу не повинно бути звисаючих проводів, користувач не повинен контактувати з ними;
  - важлива цілісність корпусу розетки і штепсельної вилки;
- відсутність заземлення передекранного фільтра перевіряється за допомогою вимірювальних приладів.

### При виконанні роботи

Оскільки персональний комп'ютер має всі властивості електричного приладу, то на нього поширюються основні правила безпеки при взаємодії з провідниками струму:

- не можна розміщувати будь-які речі на проводах, а також самостійно змінювати їх розташування без особливої потреби;
- рекомендується уникати розташування рідин поруч з модулями комп'ютера;
- неприпустимо знімати корпус будь-якої із складових частин ПК під час його роботи;
- під час роботи на комп'ютері не можна одночасно торкатися до інших металевих конструкцій, які стоять на тій же поверхні. Це стосується опалювальних батарей або трубопроводів;
- при відчутті навіть незначного запаху гару, потрібно якомога швидше вимкнути ПК з мережі і звернутися до відповідального за обслуговування комп'ютерної техніки.

Щоб мінімізувати вплив при тривалому знаходженні за монітором, варто назавжди запам'ятати наступні правила:

- відстань між очима користувача і екраном становить не менше 600 мм;

- клавіатура повинна встановлюватись під кутом  $15^0(\pm 5)$ ;
- стілець розташовується таким чином, щоб тримати рівну поставу;
- кість руки повинна мати опору, для чого відстань від клавіатури до краю стола становить 100-150 мм;
- надзвичайно важлива періодична зарядка. Щогодини потрібно вставати з крісла, розминати м'язи і суглоби на протязі 10-15 хв.

Режим праці та відпочинку при роботі з комп'ютером повинні організовуватися в залежності від виду та категорії трудової діяльності.

Види трудової діяльності поділяються на 3 групи:

Група А – робота з зчитування інформації з екрана комп'ютера з попереднім запитом;

Група Б – робота з введення інформації;

Група В – творча робота в режимі діалогу.

За основу роботу з комп'ютером слід приймати таку, яка займає не менше 50 % часу протягом часу роботи комп'ютера.

Для видів трудової діяльності встановлюється 3 категорії тяжкості і напруженості роботи з комп'ютером, які визначаються:

для групи А – по сумарному числу прочитуються знаків за час роботи з комп'ютером, але не більше 60 000 знаків;

для групи Б – по сумарному числу зчитування або вводяться знаків за час роботи з комп'ютером, але не більше 60 000 знаків;

для групи В – по сумарному часу безпосередньої роботи з комп'ютером, але не більше 6 годин за час роботи з комп'ютером ;

Категорично забороняється використання на робочому місці електронагрівальних приладів з відкритим елементом, відкритим вогнем.

Користування електронагрівальними приладами з закритими нагрівальними елементами дозволяється тільки у спеціально відведених для цього місцях.

Недотримання вимог до мікроклімату приміщення може не тільки різко знижувати продуктивність праці, викликати втрати робочого часу через збільшеного числа помилок у роботі, але і проводити до функціональних розладів або хронічних захворювань органів дихання, нервової системи,

імунної системи.

д) Для нормалізації параметрів повітряного середовища в виробничих приміщеннях передбачається використовувати кондиціонер або спліт системи.

Для нормалізації параметрів повітряного середовища в КБ передбачено: устрій технічних систем, які повинні забезпечувати параметри повітряного середовища у відповідності до норм, які вказані в таблиці 1, згідно СНиП 23-01-99 «Будівельна кліматологія».

Таблиця 1 Оптимальні фізичні параметри повітряного середовища цеху.

| Період року | Температура, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху, м/с |
|-------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Холодний    | 18 - 22         | 40 - 60               | 0,1 – 0,3           |
| Теплий      | 20 - 23         | 40 - 60               | 0,1 – 0,4           |

В теплий період року для зниження температури повітря в робочому просторі необхідно використовувати природну вентиляцію, або загально обмінну приточно-витяжну вентиляцію згідно СНиП 2.04.05-91 «Отопление вентиляция и кондиционирование», а в холодний період – систему опалення та приточно-витяжну вентиляцію з функцією підігріву зовнішнього повітря.

е) Для забезпечення нормованого освітлення передбачено встановлення системи штучного освітлення.

Штучне освітлення використовується для роботи в темні та перехідні години доби, а також при недостатньому або відсутньому природному освітленні.

Штучне освітлення може бути загальним і комбінованим. Загальне - світильники розміщуються у верхній зоні приміщення ( не нижче 2,5 м над підлогою, або з врахуванням робочих місць). Комбіноване освітлення при складається із загального то місцевого. Його доцільно застосовувати при

роботах високої точності, а також якщо потрібно створити певний напрямок світла.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на:

- робоче - призначене для забезпечення виробничого процесу і є обов'язковим для всіх виробничих приміщень;
- аварійне – використовується для продовження роботи у випадках відключення основного освітлення;
- евакуаційне – для забезпечення евакуації людей при аварійному відключенні робочого освітлення;
- охоронне – використовується в нічний період;
- чергове – передбачається в неробочий час.

#### 5.4 Заходи з пожежної безпеки

ж) Для попередження пожеж передбачається використовувати первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар( покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочкою з водою, пожежні відра, совкові лопати, ломы, сокири тощо), системи автоматичного пожежогасіння. Первинні засоби пожежогасіння, в залежності від категорії приміщень, можуть розташовуватись як окремо, так і в складі пожежних щитів. Також необхідно періодично проводити протилежні інструктажі, навчання, та тренування персоналу.

Визначення категорії приміщення в конструкторському бюро

За вибухопожежною небезпекою приміщення й будівлі поділяють на п'ять категорій: А,Б,В,Г,Д.

Встановлення категорії приміщення виконується шляхом послідовної перевірки належності приміщення до категорій від найвищої (А) до найнижчої (Д) з урахуванням характеру технологічних процесів і пожежонебезпечних властивостей речовини, що в них застосовується, з

метою виявлення можливостей речовин, що в них застосовуються, з метою виявлення можливих обставин і причин виникнення вибухів і пожеж та їх наслідків.

Приймаємо категорію Д, так як ця категорія більш підходить по характеристиці речовин і матеріалів, що зберігаються в приміщенні, а саме знаходяться незаймисті речовини і матеріали в холодному стані, а також кабельні електропроводки до устаткування, окремі предмети меблів на місцях.

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожежі за ДБНВ.1.1.7-2002 « Пожежна безпека об'єктів будівництва» поділяються на відповідні класи та підкласи.

Визначення класу пожежі:

- клас А – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням ( дерева, текстиль, папір);
- клас В – пожежі горючих рідин або твердих речовин, які розтоплюються;
- клас С – пожежі газів;
- клас D – пожежі металів та їх сплавів;
- клас E(додатковий) – пожежі, пов'язані з горінням електроустановок.

Обираємо клас E (додатковий) – пожежі, пов'язані з горінням електроустановок.

Вибір первинних засобів пожежогасіння

Типи вогнегасників:

- пінні (водні пінні, хімічно-пінні) – для тушіння загорань тліючих матеріалів, тушіння ГСМ в ємностях;
- вуглекислотні – для тушіння електроустановок, коштовного обладнання, використовуються для тушіння загорань в адміністративних приміщеннях;
- хладогенові – для тушіння розлитих олій, матеріалів з високою інтенсивністю горіння;
- порошкові – для тушіння локальних загорань невеликої інтенсивності.

Для категорії E обираємо: 2 порошкові вогнегасника місткістю 5 літрів, 2 хладогенових вогнегасника місткістю 2 (3) л, та 2 вуглекислотних

вогнегасника місткістю 5(8).

### 5.5 Заходи по безпеці у надзвичайних ситуаціях

к) Основні норми поведінки і дії при аваріях з викидом сильнодіючих отруйних речовин (СОДР).

Сильнодіючими отруйними речовинами називаються хімічні сполуки, які в певній кількостях, що перевищують ГДК, надають шкідливий вплив на людей.

У залежності від ступеня хімічної небезпеки аварії поділяються на :

Аварії I ступеня хімічної небезпеки – аварія, при якій утворюються локальні вогнища ураження СДОР, що не представляють небезпеки для виробничого персоналу підприємств.

Аварії II ступеня хімічної небезпеки – аварія, пов'язана з можливістю масового ураження виробничого персоналу хімічно небезпечних підприємств.

Аварії хімічно безпечні – аварії, при якій утворюються локальні вогнища ураження СДОР, що не представляють небезпеки для виробничого персоналу підприємства і населення.

Основними заходами захисту персоналу та населення при аваріях на ХНО є:

- Використання індивідуальних засобів захисту і притулків з режимом ізоляції;
- застосування антидотів та засобів обробки шкірних покривів;
- евакуація людей із зони зараження;
- санітарна обробка людей, дегазація одягу, території, споруд, техніки та майна.

Наявність деяких СДОР у повітрі ( хлор, аміак, сірководень, тощо) та їх концентрацію можна визначити за допомогою універсального персонального газоаналізатора типу УГ-2.

Норми поведінки та дії населення при аварії з викидом СДОР залежить від його виду, властивостей, концентрації, метеоумов і т.п.

Почувши сигнал оповіщення, при виникненні аварії, робітники і службовці повинні надіти засоби індивідуального захисту ( ізолюючі і промислові протигази), забезпечити відключення електроісточників, зупинити агрегати, апарати, перекрити газові, парові і водяні комунікації у відповідності з умовами технологічного процесу та правилами ТБ. Потім персонал ховається в сховищах або виходить із зони зараженні. При оголошенні рішення про евакуацію, робітники і службовці повинні з'явитися на збірні евакуаційні пункти.

Працівники, що входять до невоєнізованих формування ЦО, за сигналом про аварію прибувають на пункт збору формування і беруть участь у локалізації та ліквідації осередку хімічного ураження. Населення, яке проживає поблизу ХНО, при аваріях з викидом СДОР почувши сигнали оповіщення по радіо( телебаченню) та іншим способом, повинні надіти протигази, закрити вікна і квартирки, вимкнути побутові прилади, газ, погасити вогонь у печах, одяжки дітей, попередити сусідів, швидко і без паніки вийти з житлового масиву у вказаному напрямку або в бік, перпендикулярну напрямку вітру, бажано на піднесений добре провітрювану ділянку місцевості, на відстані не менше 1,5 км від місця попереднього перебування, до отримання подальших розпоряджень.

У разі відсутності протигаза, необхідно негайно вийти із зони зараження, затримавши дихання на кілька хвилин. Для захисту органів дихання можна використовувати вироби з тканини, змочені водою, хутряні і ватні частини одягу. При закритті ними органів дихання, знижується кількість вдихуваних газів, а отже і тяжкість ураження.

При відсутності засобів захисту, укриттів або немає можливості вийти з району аварії залишайтеся вдома. Щільно закрийте вікна, двері, вентиляційні люки, домоходи й т.д. Вхідні двері зашторте використовуючи щільний матеріал або ковдру, на поріг поставте посудину з водою. Не можна ховатися на перших поверхах багатоповерхових будинків, в підвалах і напівпідвальних приміщеннях.

При русі по зараженій місцевості необхідно суворо дотримуватися таких

правил:

- Рухатися швидко, але не бігти і не піднімати пил;
- не притуляти до будинків і не торкатися навколишніх предметів;
- не знімати, до розпорядження, засобів захисту;
- при наявності крапель СДОР на шкірі, одязі, взутті, засобах індивідуального захисту зняти їх тампоном вати або папером, носовою хусткою;

Про усунення небезпеки хімічного ураження і про порядок подальшої дії населення сповіщається штабом ЦО або органами поліції. У всіх випадках вхід у житлові, виробничі та інші приміщення дозволяється тільки після контрольної перевірки вмісту СДОР в повітрі.

## Висновки

В роботі було розглянуто і проведено аналіз існуючих моделей вантажопідйомних кранів для підйому надважких вантажів і виявлено особливості їх механізмів підйому.

Також було досліджено вплив кратності поліспасту на характеристики механізму підйому і встановлено, що через витрати на подолання сил тертя, перегину канату і проковзування в блоках, зі зростанням кратності:

- падає ККД поліспасту, що призводить до надмірних витрат потужності двигуна;
- відбувається зниження тягового зусилля у гілках канату під час підйому вантажу, що призводить до перекосу поліспасту та обмеження максимальної вантажопідйомності механізму підйому.

Було знайдено граничний рівень вантажопідйомності одного механізму підйому, а саме  $Q = 2000$  т.

Саме тому, під час проектування надважких кранів для вирішення вказаних вище питань, було запропоновано, розділяти основний механізм підйому на окремі підйомні групи (модулі), які повинні складатися не менш ніж з чотирьох модулів. В яких пропонується використовувати гідравлічний привід барабана.

Для отримання найбільш якісних характеристик таких груп, в цій роботі був покладений початок розробленню основи методики проектування механізмів вантажопідйомних кранів з граничними параметрами і запропоновано ряд можливих компоновок механізму підйому в залежності від потрібної вантажопідйомності.

Були розроблені рекомендації по схемам, якими шляхами вирішити ці питання.

### Перелік посилань

1. Расчеты крановых механизмов и их деталей т. 1,2. ВНИИПТМАШ. Изд. 4-е, переработанное и дополненное. М.: Машиностроение, 1993.
2. Справочник по кранам т. 1,2. /Под общ. ред. М. М. Гохберга. – М.: Машиностроение, 1988.
3. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. – М.: Машиностроение, 1985 – 520 с.
4. Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. – М.: Высшая школа, 1983 – 350 с.
5. Стандарт підприємств СТП 15-96. Пояснювальна записка до курсових і дипломних проектів. Вимоги і правила оформлення. ЗДТУ, 1996 – 36 с.
6. Поляков В.С., Барбаш И.Д., Ряховский О.А. Справочник по муфтам. Л.: Машиностроение, 1974 – 352 с.
7. ГОСТ 7669-80 Канат двойной свивки типа ЛК-РО /М.: Госкомитет СССР по стандартам.
8. ГОСТ 19523-81 Двигатели трехфазные асинхронные короткозамкнутые серии 4А. /М.: Госкомитет СССР по стандартам.
9. ГОСТ 5006-83 Муфты зубчатые. Технические условия. / М.: Госкомитет СССР по стандартам.
10. Самые мощные краны в мире // Всероссийский отраслевой интернет-журнал «Строительство.RU». - 2013, - №3,4. URL: <http://www.rcmm.ru/content/topics/133> (дата звернення: 14.10.14).
11. Плавучие краны большой грузоподъемности (описание): Морской флот. 1983. №6 («Севастополь», «Богатырь-М»); 1986. №6 («Волгарь»).
12. Матеріали офіційного сайту Liebherr. URL: [http://www.liebherr.com/CR/en-GB/products\\_cr.wfw/id-15399-0/measure-metric](http://www.liebherr.com/CR/en-GB/products_cr.wfw/id-15399-0/measure-metric) (дата звернення: 20.10.14).
13. Матеріали офіційного сайту Heerema Marine Contractors. URL: <http://hmc.heerema.com/content/fleet/thialf/> (дата звернення 01.11.14).
14. Матеріали офіційного сайту Ballast Nedam. URL:

<http://www.bnoffshore.com/public/offshore/hlv-svanen/Pages/default.aspx>

(дата звернення 10.11.14).

15. Матеріали сайту DailyTechUnfo: «Машины монстры. Самый «сильный» в мире мостовой подъемный кран». URL:  
<http://www.dailytechinfo.org/np/2704-mashiny-monstry-samyj-silnyj-v-mire-mostovoj-podemnyj-kran> (дата звернення 10.11.14).
16. Берхин И.М. Влияние пространственного подвеса груза на устойчивость плавучих кранов //Судостроение. 1983. №6. С.13-14.

## Додатки

## Додаток А

## Спеціальні планетарні редуктори марки Brevini

## Power ratings / Caractéristiques

| Planetengetriebe, vierstufig / Planetary Gear Units, four-stage / Réducteurs planétaires à 4 trains |                |                |                                                             |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Bauart / Type                                                                                       |                |                | Getriebegrösse / Size / Taille                              |     |     |     |     |
| GE                                                                                                  |                |                | 69                                                          | 80  | 89  | 100 | 109 |
| i <sub>n</sub>                                                                                      | n <sub>1</sub> | n <sub>2</sub> | Getriebebenennleistung / Nominal Power / Puissance nominale |     |     |     |     |
|                                                                                                     |                |                | P <sub>n</sub> [kW]                                         |     |     |     |     |
| 355                                                                                                 | 1500           | 4.2            | 108                                                         | 165 | 225 | 345 | 448 |
|                                                                                                     | 1000           | 2.8            | 72                                                          | 110 | 150 | 230 | 299 |
|                                                                                                     | 750            | 2.1            | 54                                                          | 83  | 113 | 172 | 224 |
| 400                                                                                                 | 1500           | 3.8            | 96                                                          | 147 | 200 | 306 | 397 |
|                                                                                                     | 1000           | 2.5            | 64                                                          | 98  | 133 | 204 | 265 |
|                                                                                                     | 750            | 1.9            | 48                                                          | 73  | 100 | 153 | 199 |
| 450                                                                                                 | 1500           | 3.3            | 86                                                          | 131 | 178 | 272 | 353 |
|                                                                                                     | 1000           | 2.2            | 57                                                          | 87  | 118 | 181 | 235 |
|                                                                                                     | 750            | 1.7            | 43                                                          | 65  | 89  | 136 | 177 |
| 500                                                                                                 | 1500           | 3.0            | 77                                                          | 117 | 160 | 245 | 318 |
|                                                                                                     | 1000           | 2.0            | 51                                                          | 78  | 107 | 163 | 212 |
|                                                                                                     | 750            | 1.5            | 38                                                          | 59  | 80  | 122 | 159 |
| 560                                                                                                 | 1500           | 2.7            | 69                                                          | 105 | 143 | 218 | 284 |
|                                                                                                     | 1000           | 1.8            | 46                                                          | 70  | 95  | 146 | 189 |
|                                                                                                     | 750            | 1.3            | 34                                                          | 52  | 71  | 109 | 142 |
| 630                                                                                                 | 1500           | 2.4            | 61                                                          | 93  | 127 | 194 | 252 |
|                                                                                                     | 1000           | 1.6            | 41                                                          | 62  | 85  | 129 | 168 |
|                                                                                                     | 750            | 1.2            | 31                                                          | 47  | 63  | 97  | 126 |
| 710                                                                                                 | 1500           | 2.1            | 54                                                          | 83  | 113 | 172 | 224 |
|                                                                                                     | 1000           | 1.4            | 36                                                          | 55  | 75  | 115 | 149 |
|                                                                                                     | 750            | 1.1            | 27                                                          | 41  | 56  | 86  | 112 |
| 800                                                                                                 | 1500           | 1.9            | 48                                                          | 73  | 100 | 153 | 199 |
|                                                                                                     | 1000           | 1.3            | 32                                                          | 49  | 67  | 102 | 132 |
|                                                                                                     | 750            | 0.9            | 24                                                          | 37  | 50  | 76  | 99  |
| 900                                                                                                 | 1500           | 1.7            | 43                                                          | 65  | 89  | 136 | 177 |
|                                                                                                     | 1000           | 1.1            | 29                                                          | 44  | 59  | 91  | 118 |
|                                                                                                     | 750            | 0.8            | 21                                                          | 33  | 44  | 68  | 88  |
| 1.000                                                                                               | 1500           | 1.5            | 38                                                          | 59  | 80  | 122 | 159 |
|                                                                                                     | 1000           | 1.0            | 26                                                          | 39  | 53  | 82  | 106 |
|                                                                                                     | 750            | 0.8            | 19                                                          | 29  | 40  | 61  | 79  |
| 1.120                                                                                               | 1500           | 1.3            | 34                                                          | 52  | 71  | 109 | 142 |
|                                                                                                     | 1000           | 0.9            | 23                                                          | 35  | 48  | 73  | 95  |
|                                                                                                     | 750            | 0.7            | 17                                                          | 26  | 36  | 55  | 71  |
| 1.250                                                                                               | 1500           | 1.2            | 31                                                          | 47  | 64  | 98  | 127 |
|                                                                                                     | 1000           | 0.8            | 21                                                          | 31  | 43  | 65  | 85  |
|                                                                                                     | 750            | 0.6            | 15                                                          | 23  | 32  | 49  | 64  |
| 1.400                                                                                               | 1500           | 1.1            | 27                                                          | 42  | 57  | 87  | 114 |
|                                                                                                     | 1000           | 0.7            | 18                                                          | 28  | 38  | 58  | 76  |
|                                                                                                     | 750            | 0.5            | 14                                                          | 21  | 29  | 44  | 57  |
| 1.600                                                                                               | 1500           | 0.9            | 24                                                          | 37  | 50  | 76  | 99  |
|                                                                                                     | 1000           | 0.6            | 16                                                          | 24  | 33  | 51  | 66  |
|                                                                                                     | 750            | 0.5            | 12                                                          | 18  | 25  | 38  | 50  |
| 1.800                                                                                               | 1500           | 0.8            | 21                                                          | 33  | 44  | 68  | 88  |
|                                                                                                     | 1000           | 0.6            | 14                                                          | 22  | 30  | 45  | 59  |
|                                                                                                     | 750            | 0.4            | 11                                                          | 16  | 22  | 34  | 44  |
| 2.000                                                                                               | 1500           | 0.8            | -                                                           | 29  | -   | 61  | 79  |
|                                                                                                     | 1000           | 0.5            | -                                                           | 20  | -   | 41  | 53  |
|                                                                                                     | 750            | 0.4            | -                                                           | 15  | -   | 31  | 40  |
| 2.240                                                                                               | 1500           | 0.7            | 17                                                          | -   | 36  | -   | -   |
|                                                                                                     | 1000           | 0.4            | 11                                                          | -   | 24  | -   | -   |
|                                                                                                     | 750            | 0.3            | 9                                                           | -   | 18  | -   | -   |

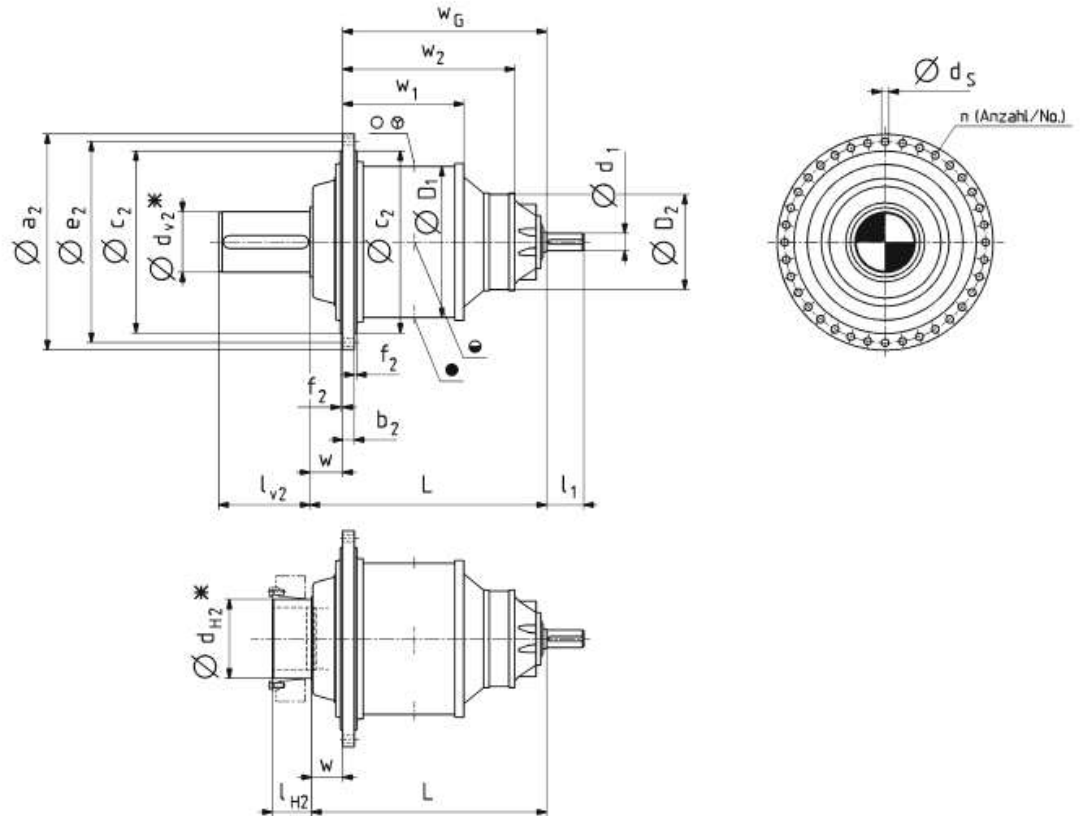
| Bauarten / Types   | Getriebegrösse / Size / Taille                                                              |     |     |     |      |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|
|                    | 69                                                                                          | 80  | 89  | 100 | 109  |
|                    | Nennabtriebsdrehmoment / Nominal output torque / Couple nominal de sortie<br>$T_{2N}$ [kNm] |     |     |     |      |
| GC.. / GD.. / GE.. | 245                                                                                         | 374 | 509 | 779 | 1012 |

| GE                                                             | Wärme-Grenzleistung / Thermal capacities / Puissance thermique limite |     |     |     |     |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|                                                                | 69                                                                    | 80  | 89  | 100 | 109 |
| Geschloss. kl. Raum<br>Small closed room / Petite salle fermée | 82                                                                    | 98  | 117 | 157 | 190 |
| Grosse Halle<br>Large hall / Grand hall                        | 115                                                                   | 137 | 165 | 220 | 265 |
| Im Freien<br>Outdoor / à l'air libre                           | 150                                                                   | 180 | 215 | 290 | 350 |

# Продовження додатка А

**Bauart** GE 69...GE 109  
Type

**Übersetzung:** 355...2240  
Nominal ratio / Rapport réduct. Nominal



| Bauart<br>Type | Nenn-<br>abtriebs-<br>drehmoment<br>Nominal output<br>torque<br>Couple nominal<br>de sortie<br><br>T <sub>2N</sub> [kNm] | Antriebswelle<br>Input shaft<br>Arbre d'entrée |                | Abtriebswelle<br>Output shaft / Arbre de sortie |                 |                                          |                 |     |      | Abtriebsflansch / Befestigung<br>Output flange / Fitting<br>Bride de sortie / Fixation |                |                |                   |                |                |    |  |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------|-----------------|-----|------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|----|--|
|                |                                                                                                                          |                                                |                | Vollwelle<br>Solid shaft<br>Arbre plein         |                 | Hohlwelle<br>Hollow shaft<br>Arbre creux |                 |     |      |                                                                                        |                |                |                   |                |                |    |  |
|                |                                                                                                                          |                                                |                |                                                 |                 |                                          |                 |     |      |                                                                                        |                |                |                   |                |                |    |  |
|                |                                                                                                                          |                                                |                |                                                 |                 |                                          |                 |     |      |                                                                                        |                |                |                   |                |                |    |  |
|                |                                                                                                                          | d <sub>1 m6</sub>                              | l <sub>1</sub> | d <sub>v2 m6</sub>                              | l <sub>v2</sub> | d <sub>H2 f7</sub>                       | L <sub>H2</sub> | w   | L    | a <sub>2</sub>                                                                         | b <sub>2</sub> | e <sub>2</sub> | c <sub>2 h7</sub> | f <sub>2</sub> | d <sub>s</sub> | n  |  |
| GE69           | 245                                                                                                                      | 90                                             | 160            | 260                                             | 410             | 340                                      | 185             | 95  | 1165 | 942                                                                                    | 80             | 890            | 800               | 20             | 33             | 30 |  |
| GE80           | 374                                                                                                                      | 100                                            | 180            | 310                                             | 500             | 390                                      | 196             | 158 | 1365 | 1115                                                                                   | 62             | 1025           | 935               | 24             | 39             | 32 |  |
| GE89           | 509                                                                                                                      | 100                                            | 180            | 350                                             | 550             | 440                                      | 205             | 175 | 1424 | 1210                                                                                   | 68             | 1120           | 1025              | 28             | 39             | 36 |  |
| GE100          | 779                                                                                                                      | 140                                            | 200            | 400                                             | 650             | 500                                      | 225             | 182 | 1748 | 1320                                                                                   | 74             | 1220           | 1115              | 29             | 45             | 36 |  |
| GE109          | 1012                                                                                                                     | 140                                            | 200            | 450                                             | 750             | 560                                      | 256             | 197 | 1825 | 1460                                                                                   | 81             | 1345           | 1215              | 31             | 52             | 32 |  |

| Bauart<br>Type |       |       |       |       |       | Gewicht<br>Weight<br>Poids<br>ca. [kg] | Ölmenge<br>Oil filling<br>Cap. huile<br>ca. [l] |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                | $D_1$ | $W_1$ | $D_2$ | $W_2$ | $W_G$ |                                        |                                                 |
| GE69           | 685   | 586   | 440   | 920   | 1070  | 1600                                   | 55                                              |
| GE80           | 800   | 620   | 580   | 979   | 1207  | 2270                                   | 75                                              |
| GE89           | 930   | 647   | 580   | 1021  | 1249  | 2940                                   | 120                                             |
| GE100          | 1030  | 862   | 700   | 1317  | 1566  | 4500                                   | 165                                             |
| GE109          | 1100  | 924   | 700   | 1379  | 1628  | 5850                                   | 205                                             |

| Zentrierbohrung Wellenende<br>Tapped centre holes in shaft ends<br>Taraudage en bout d'arbre |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $d_1, d_2$                                                                                   |
| > 85                                                                                         |
| M 24                                                                                         |

Додаток Б

Гальма колодкові типу ТКГ

| №<br>п/<br>п | Характеристика                                           | Маркировка    |               |             |             |             |
|--------------|----------------------------------------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
|              |                                                          | ТКГ-160<br>У2 | ТКГ-200<br>У2 | ТКГ-300 У2  | ТКГ-400 У2  | ТКГ-500 У2  |
| 1            | Тормозной шкив - диаметр, мм.                            | 160           | 200           | 300         | 400         | 500         |
| 2            | Ход штока толкателя не меньше, мм.                       | 32            | 32            | 60          | 60          | 60          |
| 3            | Марка гидротолкателя                                     | ТЭ-30         | ТЭ-30         | ТЭ-50       | ТЭ-80       | ТЭ-80       |
| 4            | Тормозной расчетный момент, Нм.                          | 100           | 300           | 800         | 1500        | 2500        |
| 5            | Установочная длина пружины, мм.                          | 178,14±5,1    | 172,22        | 333,82±21,6 | 305,66±14,6 | 305,66±14,6 |
| 6            | Наложение колодок-время, сек.                            | 0,2           | 0,2           | 0,35        | 0,4         | 0,4         |
| 7            | Усилие номинальное на штоке гидротолкателя не меньше, Н. | 300           | 300           | 500         | 500         | 800         |
| 8            | Напряжение, В.                                           | 220/380       |               |             |             |             |
| 9            | Частота тока, Гц.                                        | 50            |               |             |             |             |
| 10           | Масса колодочного тормоза в сборе не больше, кг.         | 39            | 46            | 69          | 100         | 160         |



Стандартная



Экспресс



Глубокая



На рерайт

Пакетная  
проверкаПроверка  
сайтаSEO  
проверкаПроверка  
картинок

Проверить уникальность



Редактор

Адрес:

http://



Страница

Текст(64685):

Розробка та дослідження основ методики проектування механізмів кранів з граничною вантажопідйомністю. Завдання Реферат  
ПЗ: 71 с., 35 рис., 3 табл., 16 джерел. Об'єкт дослідження - механізми кранів граничних параметрів. Мета роботи -  
розробка і дослідження основ методики проектування механізмів кранів з граничними параметрами. Методи дослідження -  
розрахунково-аналітичний. Під час виконання роботи було зроблено огляд існуючих кранів для підйому надважких вантажів, досліджено вп-  
відповідності до отриманих даних була виявлена найбільша можлива вантажопідйомність одного механізму підйому.  
Результатом роботи є запропонована таблиця оптимального складу механізму підйому в залежності від необхідної вантажопідйомності кра-  
, ПАРАМЕТРИ, КРАН, КАНАТ, БЛОК, КРАТНІСТЬ ПОЛІСПАСТУ, НАПРУЖЕННЯ, ЗУСИЛЛЯ, ККД, БАРАБАН ДВИГУН, РЕДУКТОР, ГАЛЬМ  
Завдання 2 Реферат  
33 міст  
4 Вступ  
5 Актуальність проблеми та постановка задачі  
71. Огляд існуючих типових моделей надпотужних кранів  
92. Пошук можливої вантажопідйомності  
242.1 Вибір канату

Журнал:

[23:28:04] Go Найдено 5% совпадений по адресу: <http://ua-referat.com/План-конспект для проведения занятия з безпеки та захисту у на>  
[23:28:05] Go Найдено 1% совпадений по адресу: [http://p-for.com/book\\_334\\_glava\\_36\\_7.4\\_Dii\\_naselennja\\_v\\_nadzvi.html](http://p-for.com/book_334_glava_36_7.4_Dii_naselennja_v_nadzvi.html)  
[23:28:45] Yah Найдено 1% совпадений по адресу: <https://ppt-online.org/161146>  
[23:28:51] Go Найдено 1% совпадений по адресу: <http://ukrlogos.in.ua/documents/17.03.2016.pdf>  
[23:29:10] Не загружена страница из запроса №99-3 (30162 миллисек., превышен таймаут в 30000 миллисек.): <http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/elcat/card.php?725>  
[23:29:10] Тип проверки: Экспресс (Размер выборки = 5, Число выборок = 100, Число ссылок на выборку = 5, Поисковики = Go, Bi, Yah)  
[23:29:10] Настройки: Число слов в шингле = 5  
[23:29:10] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 28%)**  
[23:29:10] **Уникальность текста 88%** (Проигнорировано подстановок: 0%)



## Настройки



Общие Сеть Отчет Редактор Скачка Исключения Обновление Другие Язык

Установить общие настройки

По умолчанию

Сохраненные

Экспресс

Глубокие

Основные параметры

5

Размер выборки в словах

100

Число выборок

☒ на весь документ☐ на каждую 1000 слов

5

Число ссылок на выборку

Поисковые системы

☒ Google☐ Yandex☐ Rambler☒ Bing☐ On

Определение уникальности

☒ Метод обнаружения копий☐ Игнорировать цитаты☐ Метод обнаружения рерайта☐ Проверка на дубли в исходном тексте☐ Оба метода

5

Число слов в шингле

50

Порог уникальности (%)

Ок

Отмена