

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ФАКУЛЬТЕТУ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

Методичні рекомендації та індивідуальні завдання для СРС з дисципліни

«Розрахунок і конструювання вантажопідйомних машин»

для студентів	3 курсу
підготовки	першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
галузі знань	27 Транспорт
спеціальності	274 Автомобільний транспорт
освітньо-професійної програми	Автомобільний транспорт
факультету	Інженерії та транспорту

Методичні рекомендації та індивідуальні завдання для СРС з дисципліни «Розрахунок і конструювання вантажопідйомних машин» підготовки фахівців на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти спеціальності 274 – Автомобільний транспорт.

РОЗРОБНИКИ: Мешков Ю.Є. доцент кафедри транспортних систем і технічного сервісу, к.т.н.

Методичні рекомендації та індивідуальні завдання для СРС з дисципліни «Розрахунок і конструювання вантажопідйомних машин» затверджені на засіданні кафедри транспортних систем і технічного сервісу

Протокол № 1 від «28 серпня» 2025 року

Завідувач кафедри



Павло ЛУБ'ЯНИЙ

Схвалено групою забезпечення спеціальності: 274 Автомобільний транспорт

Протокол № 1 від «28 серпня» 2025 року

Керівник групи забезпечення

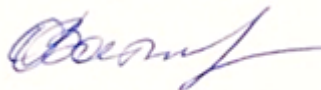


Сергій РУСАНОВ

Схвалено науково-методичною радою факультету Інженерії та транспорту

Протокол № 1 від «30 серпня» 2025 року

Голова



Ольга Войтович

Узгоджено з навчально-методичним відділом
Реєстраційний номер №19/118 від 01.09.2025

ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Планування самостійної роботи студентів

Самостійна робота студентів (СРС) розглядається як активна пізнавальна і творча діяльність, що присутня в будь-якому виді навчальних занять: лекціях, практичних заняттях, лабораторних роботах, виконанні індивідуальних завдань, їх захисті тощо.

Планування СРС проводиться на підставі розроблених і затверджених: – навчальної програми, робочої навчальної програми та робочих планів дисципліни «Проектування підприємств автомобільного сервісу», а також робочих навчальних планів спеціальності та вимог освітньо-кваліфікаційної програми фахівця напряму підготовки "Автомобільний транспорт".

Організація СРС здійснюється відповідно до розроблених розкладу занять, графіка консультацій студентів стаціонарної форми навчання, розкладу установчої сесії студентів заочної форми навчання (ЗФН), графіка приїзду студентів ЗФН для захисту контрольних робіт, розкладом екзаменаційних сесій.

На першій лекції виконується ознайомлення студентів з організацією навчального процесу з дисципліни за кредитно-модульною системою (КМС), переліком необхідної літератури, змістом індивідуальних завдань тощо.

Дисципліна «Розрахунок і конструювання вантажопідйомних машин» забезпечена навчально-методичною літературою українською мовою.

Форми самостійної роботи студентів

Самостійна робота студентів виконується за такими видами:

- вивчення навчального матеріалу з дисципліни «Розрахунок і конструювання вантажопідйомних машин» (підготовка конспектів, реалізація теоретичних знань для розв'язання практичних задач, самостійна проробка монографій, наукової періодики тощо):
- підготовка, виконання та захист практичних робіт;

- виконання індивідуальних завдань, в тому числі і з використанням ПК, розробки і оптимізації принципових кінематичних і розрахункових схем механізмів, пристроїв, вузлів і окремих елементів конструкції; розрахунку і конструювання, у відповідності із заданими вихідними параметрами і умовами експлуатації, вантажопідйомних машин, їх механізмів, пристроїв і вузлів, в тому числі з використанням автоматизованих комп'ютерних засобів проектування "АвтоКАД", SolidWorks;

- підготовка, виконання та захист контрольних робіт;
- підготовка до заліку,

Контроль самостійної роботи студентів

Контроль СРС потребує систематичного та об'єктивного контролю знань, умінь і навичок студентів. Цьому сприяє організація вивчення дисципліни за кредитно-модульною системою (КМС).

Знання студентів реалізуються в бальні оцінки на: контрольних роботах, виконанні та захисті індивідуальних завдань, вхідному контролі, диспутах та діалогах зі студентами. Зміст питань контрольних робіт, захист індивідуальних завдань передбачає контроль якості індивідуальної роботи студентів та рівень їх підготовки з дисципліни.

Для стимулювання СРС також використовуються бали із фонду ініціативи роботи студентів на лекційних, практичних, лабораторних заняттях тощо.

На залік з дисципліни виносяться теоретичні питання та практичні завдання, які є типовими для даного профілю майбутнього спеціаліста. Залік проводиться в усній формі. Знання студентів оцінюються за розробленими та затвердженими критеріями.

При вивченні дисципліни, на першому занятті, з метою виявлення базових знань проводиться вхідний контроль (експрес-контроль), в більшості випадків в усній формі або з використанням тестів. Підсумки контролю

обговорюються і плануються заходи щодо підвищення рівня знань студентів. Студентам, які показати незадовільні результати, надаються консультації, які проводить викладач за графіком.

Поточний контроль у вигляді контрольних робіт, захисту практичних робіт, індивідуальних завдань дозволяє за результатами підсумкових модулів провести оцінювання СРС в групі. Підсумки поточного контролю викладач аналізує в групі, вказує студентам шляхи поліпшення якості навчання. Крім того, результати обговорюються на засіданні кафедри.

Бали поточного і підсумкового контролю викладач заносить у журнал.

Ця інформація завжди доступна студентам, що робить оцінювання знань, умінь і навичок студентів більш об'єктивним.

ВИДИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

Таблица 1

Обов'язкова самостійна робота

[illegible]

Назва теми	Кільк. годин	Форми контролю та звітності	Макс. кільк. балів
Тема 4. Конвеєри. Конвеєри для переміщення автомобілів на лініях технічного обслуговування. Класифікація конвеєрів. Несучі конвеєри для переміщення автомобілів. Тягнучі конвеєри. Кругові конвеєри для обслуговування автомобілів. Підвісні конвеєри для транспортування агрегатів. Розрахунок тягнучого тросового конвеєра.	4	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	1
Тема 5. Привід механізмів вантажопідйомних кранів. Загальна структура приводів кранових механізмів. Приводні двигуни: електричні, внутрішнього згорання, гідравлічний привод, пневматичний привод. Основи розрахунку електроприводу: розрахунок потужності і вибір електродвигуна з урахуванням режиму роботи механізму; перевірки вибраного двигуна по еквівалентному моменту (на нагрів), по перевантажувальній здатності.	6	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	1
Тема 6. Крани. Козлові крани: конструктивна схема; основні механізми; використання. Мостові крани: основні механізми; використання. Кабельні крани. Баштові крани: класифікація, конструктивні схеми. Монтаж й демонтаж баштових кранів. Індиксація баштових кранів.	8	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	1
Тема 7. Стрілові самохідні крани. Загальні відомості про стрілові самохідні крани. Автомобільні крани. Крани пневмоколісні. Гусеничні крани. Крани на базі трактора. Визначення продуктивності кранів.	12	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle,	1
Тема 8. Канатні блоки і барабани. Канатні блоки. Канатні барабани. Фрикційні барабани. Матеріали, конструкція та розрахунок на міцність. Розрахунки на міцність тіла барабану та закріплення канату.	8	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	1
Тема 9. Механізми підйому вантажопідйомних кранів. Призначення, узагальнена структура та конструктивне виконання механізмів підйому: схеми запасування вантажного каната, поліспасти силові і швидкісні: конструктивний устрій, призначення, робочі параметри, коефіцієнт корисної дії. Вантажні ланцюги: конструкція, матеріали, розрахунок і вибір. Конструкція, матеріали та розрахунок зірок для ланцюгів.	8	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	1

Назва теми	Кільк. годин	Форми контролю та звітності	Макс. кільк. балів
Тема 10. Вантажозахватні пристрої. Гакові підвіски, механічні та вакуумні захвати, електромагніт. Вантажні гаки та скоби: конструкція, матеріали, вибір та перевірочні розрахунки. Розрахунок потужності, вибір та перевірка електродвигуна (гідроприводу). Кінематичний розрахунок приводу. Розрахунок гальмівного моменту та вибір гальм. Динамічний розрахунок механізму.	8	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	1
Тема 11. Гальма та стопорні механізми. Призначення і класифікація гальм. Конструкція, принцип дії і розрахунок гальм колодкових, стрічкових, дискових, конусних, вантажоупорних. Приводні механізми гальм. Фрикційні матеріали. Гальмівні шківів і диски: конструкція, матеріали, розрахунок. Стопорні механізми храпові і роликові: призначення, конструкція і принцип дії, розрахунок.	8	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle	1
Тема 12. Механізми пересування. Призначення, конструкція (кінематичні схеми) та принцип дії механізмів переміщення самохідного вантажного візка, електричної талі, каретки на канатній тязі. Механізми переміщення кранів - схеми центрального та роздільного приводу. Розрахунок сил опору в самохідних механізмах, умова сталості руху. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна. Кінематичний розрахунок приводу. Перевірка приводу на відсутність буксування при розгоні та юзу при гальмуванні; на нагрів.	6	опрацювання лекційного матеріалу в системі Moodle оцінювання індивід. роботи	1
Індивідуальна робота. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна.			10
Разом	100		32

Таблиця 2

Вибіркові види самостійної роботи

Види самостійної роботи	Рекомендована література	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальна кількість балів
- активна робота під час лекцій, практичних занять, консультацій;		протягом семестру		5
- опрацювання матеріалу лекцій в системі Moodle				5
- підготовка наукових публікацій, участь у конференціях	Наукові публікації інформація про діяльність підприємств		Публікація, сертифікат	10
Всього балів за вибіркові види самостійної роботи				max10

ВАНТАЖОПІДЙОМНІ МАШИНИ. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Тема 1. Загальні відомості про вантажопідйомні машини. Загальні положення теорії і розрахунку.

Функціональне призначення вантажопідйомних машин в сучасних виробничих процесах. Історична довідка: етапи становлення науки про підйомно-транспортні машини; внесок вітчизняних спеціалістів, перспективи розвитку ВПО в Україні і світі, актуальні наукові і конструкторські задачі. Структура і задачі курсу.

Питання для самоперевірки

1. Наведіть сучасну систему індексації і класифікації вантажопідйомних машин.
2. Наведіть формули для розрахунку продуктивності машин циклічної та безперервної дії.

Тема 2. Транспортні, транспортуючі та навантажувально-розвантажувальні машини.

Загальна характеристика транспортування вантажів. Машини періодичної дії. Машини та обладнання безперервного транспортування. Навантажувально-розвантажувальні машини.

Питання для самоперевірки

1. Наведіть класифікацію транспортних і транспортуючих машин.
2. Обґрунтуйте використання машин безрейкового транспорту.
3. Використання стрічкових, пластинчастих і скребкових конвеєрів.
4. Поясніть принцип дії одноковшевих навантажувачів, їх використання.
5. Наведіть формули для розрахунку технічної продуктивності одноковшевих фронтальних навантажувачів.
6. Опишіть багатоконвеєрні навантажувачі, їх використання.

Тема 3. Вантажопідіймальні машини та обладнання.

Класифікація вантажопідіймальних машин. Найпростіші вантажопідіймальні машини. Будівельні підйомники. Крани. Основні параметри вантажопідіймальних кранів.

Питання для самоперевірки

1. Опишіть будову гідравлічного і гвинтового домкрату.
2. Наведіть класифікацію лебідок, опишіть їх застосування.
3. Чому у електрореверсивної лебідки відсутній храповий зупинник?
4. Назвіть переваги і недоліки фрикційної лебідки в порівнянні з електрореверсивною. Вкажіть області їх застосування.
5. Опишіть конструкцію і роботу пристроїв для включення муфти фрикційної лебідки.
6. Чому у електрореверсивної лебідки гальмо встановлено на валу двигуна, а у фрикційної - на барабані?

Тема 4. Конвеєри.

Конвеєри для переміщення автомобілів на лініях технічного обслуговування. Класифікація конвеєрів. Несучі конвеєри для переміщення автомобілів. Тягнучі конвеєри. Кругові конвеєри для обслуговування автомобілів. Підвісні конвеєри для транспортування агрегатів. Розрахунок тягнучого тросового конвеєра.

Питання для самоперевірки

1. Основні типи приводів конвеєрів, їх переваги та недоліки.
2. Особливості конструкції вмонтованих приводів, їх переваги над іншими типами приводів.
3. Наведіть чинники, що обумовлюють переваги гідродвигунів у приводах обертального руху порівняно з електроприводом.
4. Основні тенденції розвитку кінематичних схем механічної системи конвеєра.

5. Як впливають динамічні процеси у вмонтованих гідроприводах конвеєрів на елементи конструкції їхньої механічної системи?
6. Наведіть принцип роботи давачів високого та низького тиску, обертального моменту, частоти обертання.
7. Як впливають змінні параметри приводу та конвеєра на тривалість перехідного процесу?

Тема 5. Привід механізмів вантажопідйомних кранів.

Загальна структура приводів кранових механізмів. Приводні двигуни: електричні, внутрішнього згорання, гідравлічний привод, пневматичний привод. Основи розрахунку електроприводу: розрахунок потужності і вибір електродвигуна з урахуванням режиму роботи механізму; перевірки вибраного двигуна по еквівалентному моменту (на нагрів), по перевантажувальній здатності.

Питання для самоперевірки

1. Наведіть схему загальної будови приводів, вкажіть основні механізми.
2. Які види приводів існують у вантажопідйомних машинах?
3. Поясніть призначення силового обладнання систем керування.
4. Що таке механізми підйому?
5. Назвіть переваги та недоліки електроприводу?
6. Які фактори впливають на вибір схеми механізму підйому?
7. Який основний недолік трьохопорного вала редуктора?
8. На які основні етапи можна поділити розрахунок механізму підйому?
9. Чим відрізняється процес гальмування від процесу пуску?
10. Яким чином здійснюється перевірка електродвигуна на нагрів?

Тема 6. Крани.

Козлові крани: конструктивна схема; основні механізми; використання. Мостові крани: основні механізми; використання. Кабельні крани. Баштові крани: класифікація, конструктивні схеми. Монтаж й демонтаж баштових кранів. Індексція баштових кранів.

Питання для самоперевірки

1. Поясніть приклади використання мостових і кабельних кранів, опишіть їх основні механізми.
2. Перерахувати прилади безпеки, які встановлюються на баштових кранах. Вказати їх призначення і місце установки.
3. Перерахувати переваги і недоліки кранів з підйомною стрілою в порівнянні з кранами, обладнаними балочною стрілою.
4. Що таке режим роботи механізмів і кранів?
5. За якими параметрами визначають групи режимів роботи механізмів і кранів?
6. Які навантаження в загальному випадку можуть діяти на кран?
7. Що покладено в основу розрахунку вітрових сил?
8. Як знаходять: розрахункову площу конструкції або вантажу; відцентрову горизонтальну силу інерції поворотної частини крана масою m_k ; дотичну силу інерції за несталою руху поворотної частини крана; відцентрову силу інерції стріли.

Тема 7. Стрілові самохідні крани

Загальні відомості про стрілові самохідні крани. Автомобільні крани. Крани пневмоколісні. Гусеничні крани. Крани на базі трактора. Визначення продуктивності кранів.

Питання для самоперевірки

1. Які основні ознаки покладені в основу класифікації стрілових кранів.
2. Наведіть класифікацію стрілових самохідних кранів.
3. У чому перевага телескопічних стріл перед висувними?
4. Які основне навантаження і параметри впливають на стійкість крана?

Тема 8 Канатні блоки і барабани.

Канатні блоки. Канатні барабани. Фрикційні барабани. Матеріали, конструкція та розрахунок на міцність. Розрахунки на міцність тіла барабану та закріплення канату.

Питання для самоперевірки

1. Які блоки застосовують для належного спрямовування гнучких тягових органів?
2. З яких умов і по яким формулам визначають діаметр блоку (по центру канату і по дну жолоба)?
3. Який типи барабанів застосовують у механізмах підйому?
4. Які бувають барабани за способом виготовлення?
5. Що покладено в основу розрахунку барабанів та які напруження вважаються максимальними?
6. За якою формулою знаходяться максимальні напруження стискання всередині товстостінного циліндра, навантаженого рівномірним зовнішнім тиском?
7. За якою формулою визначаються напруження стискання при максимальному натягуванні канату для чавунних і сталевих барабанів?
8. За якими формулами і при дії яких моментів визначаються напруження вигину і кручення?
9. За якої умови стінки барабану розраховують на сумісну дію всіх напружень?

Тема 9. Механізми підйому вантажопідйомних кранів.

Призначення, узагальнена структура та конструктивне виконання механізмів підйому: схеми запасування вантажного каната, поліспасти силові і швидкісні: конструктивний устрій, призначення, робочі параметри, коефіцієнт корисної дії. Канати і вантажні ланцюги: конструкція, матеріали, розрахунок і вибір. Конструкція, матеріали та розрахунок канатних блоків, барабанів, зірок для ланцюгів.

Питання для самоперевірки

1. За яким принципом підбирають канати?
2. Що таке силовий поліспаст?
3. Що таке швидкісний поліспаст?
4. Описати відмінності одинарних поліспастів від здвоєних.
5. Від чого залежить ККД поліспасту?

Тема 10. Вантажозахватні пристрої.

Гакові підвіски, механічні та вакуумні захвати, електромагніт. Вантажні гаки та скоби: конструкція, матеріали, вибір та перевірочні розрахунки. Розрахунок потужності, вибір та перевірка електродвигуна (гідроприводу). Кінематичний розрахунок приводу. Розрахунок гальмівного моменту та вибір гальм. Динамічний розрахунок механізму.

Питання для самоперевірки

1. Як поділяють гаки за конструкцією і які існують способи виготовлення гаків?
2. До чого зводиться перевірний розрахунок гака на міцність? За якими формулами визначаються напруження розтягу в нарізі хвостовика і висота гайки?
3. За якими формулами визначаються напруження на внутрішній і на зовнішній частині гака?
4. Пластинчасті гаки: призначення, виготовлення, переваги і недоліки.
5. За якою формулою визначаються напруження всередині поперечки пластинчастих гаків з урахуванням кривизни?
6. Грейфери: призначення, розподіл за типом приводу і числом щелеп.
7. Наведіть схему і опишіть принцип дії двоканатного грейфера.

Тема 11. Гальма та стопорні механізми.

Призначення і класифікація гальм. Конструкція, принцип дії і розрахунок гальм колодкових, стрічкових, дискових, конусних, вантажоупорних. Приводні механізми гальм. Фрикційні матеріали. Гальмівні шківни і диски: конструкція, матеріали, розрахунок. Стопорні механізми храпові і роликові: призначення, конструкція і принцип дії, розрахунок.

Питання для самоперевірки

1. Призначення гальм в вантажопідйомних машинах.
2. Особливості будови і роботи зупинників.
3. Які конструкції гальм використовуються в кранах?
4. До яких гальм відносяться колодкові гальма?
5. Що таке нормально замкнуті гальма?
6. Поясніть будову стрічкових гальм.
7. Типи гальмівних електромагнітів.
8. Наведіть приклади нових гальмівних матеріалів.
9. Порівняти будову і принцип дії гальм з осьовим натиском і вантажоупорних гальм.

Тема 12. Механізми пересування.

Призначення, конструкція (кінематичні схеми) та принцип дії механізмів переміщення самохідного вантажного візка, електричної талі, каретки на канатній тязі. Механізми переміщення кранів - схеми центрального та роздільного приводу. Розрахунок сил опору в самохідних механізмах, умова сталості руху. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна. Кінематичний розрахунок приводу. Перевірка приводу на відсутність буксування при розгоні та юзу при гальмуванні; на нагрів.

Питання для самоперевірки

1. Які різновиди механізмів пересування кранів ви знаєте?
2. На які види поділяються механізми приводу залежності від типу та розміщення приводу?

3. Від чого залежить опір перекочуванню колеса рейкових механізмів пересування?
4. За якою формулою визначається опір механізмів пересування електроталей?
5. Які основні навантаження визначають потужність електродвигуна і міцність механізму?
6. Як визначається гальмівний момент механізму пересування?
7. Що таке коефіцієнт вантажної стійкості?
8. Що таке коефіцієнт власної стійкості?

Приклад виконання розрахункового завдання

Вантажопідйомність $Q = 8$ т; Висота підйому вантажу $H = 6$ м; Виліт $L = 5$ м; Швидкість підйому вантажу $V_{\text{ван}} = 0,15$ м/с; Режим роботи важкий; Швидкість руху візка $V_{\text{в}} = 0,7$ м/с; маса крану, не більше 14 т

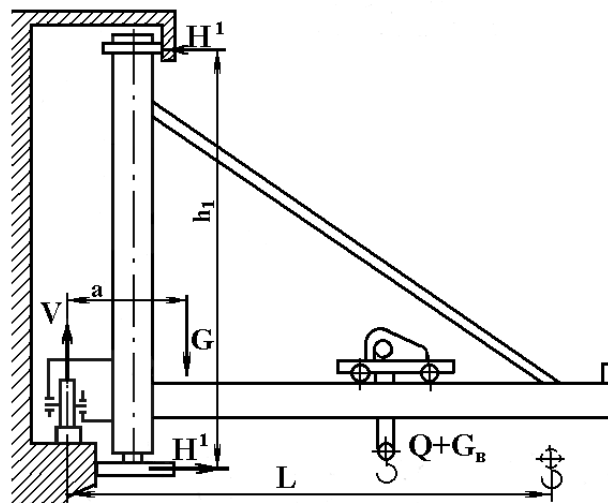


Рис.1 – Консольний пересувний електричний кран

1. Розрахунок механізму підйому вантажу

1.1 Вибір схеми механізму підйому та кратності поліспаду.

Механізм підйому знаходиться на вантажному візку. Кінематична схема механізму підйому є традиційною: крутний момент від електродвигуна через зубчасту муфту передається на редуктор, з редуктора - на барабан (рис. 2).

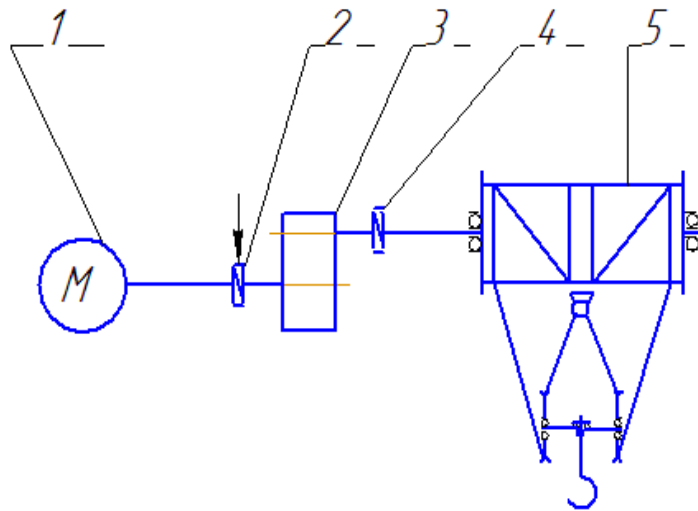


Рис.2 Схема механізму підйому 1 – електродвигун; 2 – муфта з гальмівним шківом; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – барабан

Для даного крану з заданою вантажопідйомністю найдоцільніше буде застосувати здвоєний поліспаст кратністю $i_n=2$ з скороченою підвіскою (рис. 3).

Визначаємо ККД поліспасту:

$$\eta_n = \frac{1 + \eta + \eta^2 + \dots + \eta^{i_n-1}}{i_n} = \frac{1 + \eta}{i_n};$$

де $\eta = 0,98$ - ККД блоку на підшипниках кочення;

$i_n = 2$ - кратність поліспасту.

$$\eta_n = \frac{1 + 0,98}{2} = 0,99$$

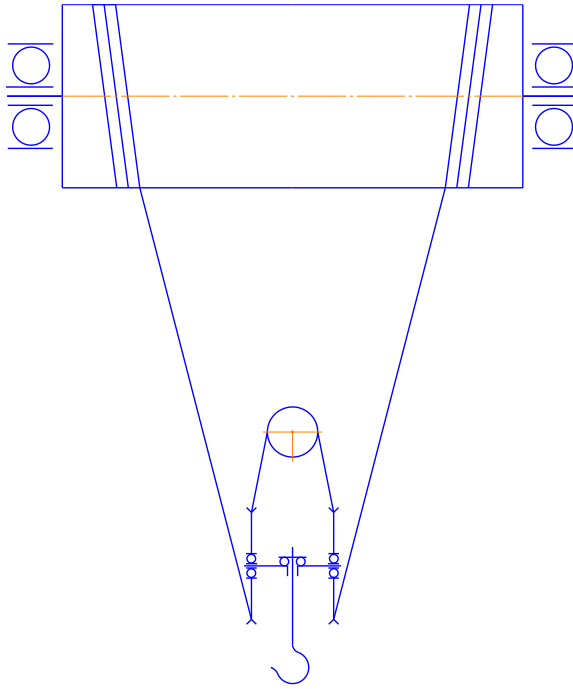


Рис. 3 Схема поліспасти

1.2 Вибір вантажного канату

У відповідності з ДСТУ EN 12385-6:2010 канат вибирають за розривним зусиллям $F_{POЗP}$:

$$F_{POЗP} = Z_n \cdot F_{max} \leq [F]_{розp}$$

де $Z_n=5.6$ - коефіцієнт використання (запасу міцності) канату відповідно до режиму роботи М6;

F_{max} - найбільше зусилля в канаті, кН:

$$F_{max} = \frac{10^4(Q + G_n)}{a \cdot i_n \cdot \eta_n \eta^m} = \frac{10^4(8 + 0,16)}{2 \cdot 2 \cdot 0,99 \cdot 0,98^1} = 21026,6H$$

де Q - маса вантажу, т;

a - кількість гілок каната, які намотуються на барабан;

m - кількість відхиляючих блоків;

G_n - маса підвіски, т;

$$G_n = 0,02 \cdot Q = 0,02 \cdot 8 = 0,16$$

$$F_{POЗP} = 5,6 \cdot 21026,6 = 117,75кН$$

Канати вибирають по ДСТУ EN 12385-6:2010. Згідно отриманого розривного зусилля створюваного в канаті обираємо канат ЛК-Р 6х19+1о.с., діаметром 15,0мм.

Таблиця 1.2.1

Характеристика канату

Параметр	Значення
Діаметр каната, мм	15,0
Маркувальна група, МПа	1764
Розрахункова вага 1000 м каната, кг	844,0
Розрахункове розривне зусилля, кН	125,500

1.3. Розрахунок гвинтів кріплення канату до барабана

Зусилля натягу канату в місці кріплення, кН:

$$F_{KP} = \frac{F_{max}}{e^{f\alpha}} = \frac{21.0266}{2,72^{0,16 \cdot 3\pi}} = 4.652 \text{ кН}$$

де $e = 2,72$ - основа натурального логарифма;

$f = 0,16$ - коефіцієнт тертя між канатом та барабаном;

$\alpha = 3\pi$ (1,5 витка) - кут обхвату барабану гілками, що не змотуються.

Необхідна кількість гвинтів кріплення канату:

$$Z = \frac{3F_{KP}}{d_1^2 [\sigma]_p} = \frac{3 \cdot 4652}{(10.376 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 55 \cdot 10^6} = 2.37$$

де $d_1 = 10.376$ мм - внутрішній діаметр болта М12.

$[\sigma]_p = 50 \dots 60$ МПа - допускне напруження розтягу для гвинтів із сталі 3.

Кількість гвинтів $Z = 3$.

1.4 Розрахунок розмірів барабану

Мінімально допустимий діаметр барабану по центру канату, мм:

$$D_{min \text{ бар.}} = h_1 \cdot d_K = 20 \cdot 15 = 300 \text{ мм}$$

де d_K - діаметр каната, мм;

h_1 - коефіцієнт, який залежить від типу машини і групи режиму роботи;

Приймаємо: $D_6 = 300$ мм.

$$D_{\text{бл.мін.}} = h_2 \cdot d_K = 22,4 \cdot 15 = 336 \text{ мм}$$

$$D_{\text{гр.бл.}} = h_3 \cdot d_K = 16 \cdot 15 = 240 \text{ мм}$$

$$D_{\text{бл.мін.}} - \text{приймаємо } 340 \text{ мм.}$$

Число витків нарізок на барабані з однієї сторони:

$$Z = \frac{H \cdot i_n}{\pi D_6} + (4 \dots 4,5) = \frac{6 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,300} + 4 = 16,74$$

Приймаємо $z = 17$ мм.

де H - висота підйому вантажу, м;

D_a - діаметр барабана по центру каната, м;

4 - число витків кріплення каната та запасних.

Довжина нарізки на барабані з однієї сторони, мм:

$$l = Z \cdot p = 17 \cdot 17 = 289 \text{ мм}$$

де $p \geq 1,1d_K$ - крок нарізки на барабані, мм:

$$p = 1,1 \cdot 15 = 16,5$$

Приймаємо: $p = 17$ мм.

Загальна довжина барабану, мм:

$$L = 2l + 2b + B = 2 \cdot 289 + 2 \cdot 51 + 120 = 800 \text{ мм,}$$

де $b = 3p$ - довжина гладкої частини на кінцях барабана, мм;

$B = 120$ мм – довжина не нарізної частини барабану;

Приймаємо: $L = 800$ мм

Товщину стінки барабана приймають рівну $\delta \approx 1,2d_K = 1,2 \cdot 15 = 18$

Приймаємо $\delta = 18\text{мм}$

Стінки барабана перевіряють по напруженню стиску:

$$\sigma_{CT} = \frac{S_{max}}{\delta} \leq [\sigma]_{CT},$$

для барабанів із сталі 25Л $[\sigma]_{CT} = 120\text{ МПа}$.

$$\sigma_{CT} = \frac{21.0266 \cdot 10^3}{0.018} = 116,81\text{ МПа} \leq 120\text{ МПа}$$

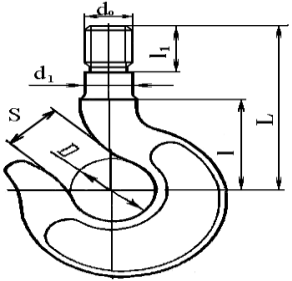
Умова виконується. Отже приймаємо $\delta = 18\text{ мм}$.

1.5 Вибір гаку

Гак вибирають за номінальною вантажопідйомністю та групою режиму роботи для машинного приводу. Звичайно приймають кований однорогий гак за ДСТУ EN 1677-2:2014. Обираємо гак №16Б.

Таблиця 1.5.1

Основні розміри гаку

	Параметр	Значення	Параметр	Значення
	D, мм	110	l, мм	150
	S, мм	85	l1, мм	80
	d0 мм	M56	L, мм	580
	d1, мм	60	Маса, кг	12.2

1.6. Розрахунок блоку

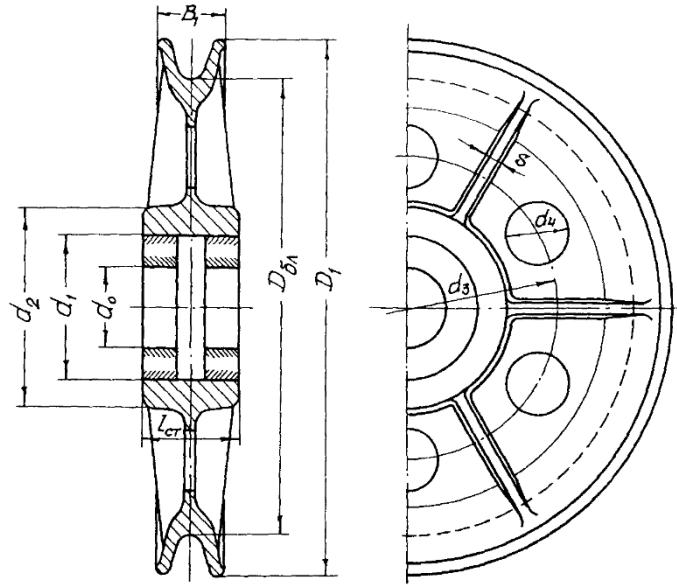


Рис. 4 Блок

Розраховуємо діаметр блоку по осі канату, мм:

$$D_{бл} = h_2 \cdot d_K = 22.4 \cdot 15 = 336 \text{ мм}$$

де d_K - діаметр канату, мм;

h_2 - коефіцієнт, який залежить від типу машини і групи режиму роботи;

Приймаємо $D_{бл} = 340$ мм

Ширина блоку, мм:

$$B_{бл} = 4\sqrt{D_{бл}} = 4\sqrt{340} = 73,75 \text{ мм}$$

Приймаємо $B_{бл} = 74$ мм.

Діаметр відхиляючого блоку по осі канату, мм:

$$D_{в.бл} = 16 \cdot 15 = 240 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_{в.бл} = 240$ мм.

1.7 Розрахунок потужності двигуна, його вибір

Потужність, яка необхідна для підйому номінального вантажу, кВт:

$$P_{CT} = \frac{10 \cdot Q_{max} V_n}{\eta_3} = \frac{10 \cdot 8,16 \cdot 0,15}{0,9} = 13,6$$

де $Q_{max} = (Q + G_n)$, т ;

V_n - швидкість підйому вантажу, м/с;

η_3 - загальний ККД механізму підйому;

$\eta_3 = \eta_n \cdot \eta_6 \cdot \eta_P \cdot \eta_M$ - ККД, відповідно, поліспасти, барабану, редуктору та муфти; звичайно приймають $\eta_3=0,85...0,9$.

З каталогу вибираємо двигун:

Двигун з фазним ротором серії МТФ типорозміру 312-6.

Таблиця 1.7.1

Характеристика двигуна

Потужність, кВт	15
Частота обертання, хв.-1	955
Момент інерції ротора, кг/м ²	0,312
Максимальний момент, Нм	480
Маса	210

Потужність вибраного двигуна перевіряють по нагріванню

$$P_{EKB} = K_{25} \cdot \gamma \cdot P_{CT} \leq P_{25}$$

$$P_{EKB} = 1,0 \cdot 0,86 \cdot 15 \leq 18 \quad 12,9 \leq 18$$

де $K_{25} = 1.0$ - коефіцієнт приведення потужності, для режиму роботи М5;

$\gamma = 0,86$ - коефіцієнт, який визначає еквівалентну по нагріву двигуна потужність; P_{25} - потужність двигуна при ПВ 25%.

Список використаних джерел

базова (підручники, навчальні посібники) література

1. Іванченко Ф.К. "Конструкція і розрахунок підйомно-транспортних машин". Київ: "Вища школа", 1990.-424 с.
2. Бондарєв В.С., Колісник Н.П., Дубинець О.І., Бондарєв С.В., Барабанов В.Я. "Підйомно транспортні машини. Розрахунки підйимальних і транспортувальних машин. Підручник з грифом МОН України. Київ: «Вища школа», 2009.
3. Правила будови та безпечної експлуатації вантажопідйимальних кранів: ДНАОПО.00 01.03-02: Затв. 20.08.2002 №409 /Держ. Департамент з нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України.- Х.: Форт, 2002.- 416 с.
4. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технічного обладнання для автомобільного транспорту. / О.М. Коробочка, Е.С. Скорняков, О.О. Сасов. Дніпродзержинськ: ДДТУ. 2007 р. 252 с.
5. Технологічне обладнання для ремонту автомобілів / О.М. Коробочка, О.Г. Чернета, Р.Г. Волощук. Кам'янське: ДДТУ. 2017. 215 с.
6. Щербина В.Ю. Методологія проектування. Київ: Видавництво“ ЕКМО”, 2010. 168с.
7. САПР. Інтегрована система моделювання технологічних процесів і розрахунку обладнання: навч. посіб. / О. С. Сахаров, В. Ю. Щербина, О.В. Гондляр, В.І. Сівецький. Київ: ТОВ “Поліграф Консалтинг”, 2006. – 156с.
8. Системи 3D моделювання. Навчальний посібник. / Зінько Р. В., Топільницький В. Г. Львів: Галицька Видавнича Спілка, 2017. 150 с.
9. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання. навч. посібник. За ред. З. А. Стоцька. Львів: Видавництво "Бескид Біт", 2004. 466 с.
10. Основи проектування і конструювання машин. Навчальний посібник. / І.І. Назаренко, І.М. Берник. Київ: Видавництво «Аграр Медіа Груп». 2013. 544с.

11. Кодра Ю. В., Стоцько З.А. Розрахунок і конструювання технологічних машин. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. 468 с.