

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до курсового проекту та розрахунково-графічної роботи  
з дисципліни

**ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ**  
**ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ**

*(для студентів 3 курсу денної та 3 і 4 курсу заочної форм навчання  
напряму підготовки 6.050702 – «Електромеханіка»)*

**Харків**  
**ХНАМГ**  
**2012**

Методичні вказівки до курсового проекту та розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Підйомно-транспортне та технологічне обладнання» (для студентів 3 курсу денної та 3 і 4 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.050702 – «Електромеханіка») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: В. М. Фатєєв, В. М. Шавкун. – Х.: ХНАМГ, 2012. - 36 с.

Укладачі: В. М. Фатєєв,  
В. М. Шавкун.

Рецензент: к.т.н., доц. І. Л. Скуріхін

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту,  
протокол № 5 від 23. 11. 2010 р.

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
1 Загальні питання виконання курсового проекту.....	8
1.1 Мета та завдання курсового проектування.....	8
1.2 Зміст і варіанти завдань.....	9
1.3 Вимоги до оформлення курсового проекту.....	10
2 Методичні вказівки до розрахунку елементів ліфтів.....	16
2.1 Вибір сталевих канатів для ліфтів.....	16
2.2 Вибір гальмового пристрою з перевіркою точності зупинки кабіни ліфта.....	24
2.3 Вибір підшипників кочення для осей відхиляючих блоків ліфтів.....	29
Список джерел.....	34
Додаток А. Форма титульного аркуша розрахунково - пояснювальної записки курсового проекту.....	35

## ВСТУП

Підйом виробництва на якісно новий рівень можливий за рахунок послідовного ведення проведення курсу на подальшу індустріалізацію, суттєвого скорочення ручної праці, досконалість його структури та організації. Безперервний кількісний і якісний ріст виробництва потребує подальшого скорочення вартості продукції, трудомісткості, строків виконання робіт, підвищення ефективності капіталовкладень та продуктивності праці. Успішне вирішення зазначених вимог може бути забезпечено удосконаленням технології та організації робіт, впровадженням поточних методів виробництва, підвищенням ефективності використання існуючого машинного парку, створенням нових, більш досконалих і продуктивних засобів і обладнання, комплексною механізацією та автоматизацією важких і трудомістких процесів, поліпшенням умов праці.

У створенні матеріально-технічної бази значна роль відводиться підйомно-транспортному машинобудуванню, спрямованому на впровадження в усіх областях машин підвищеної одиночної потужності, ліквідацію ручних навантажувально-розвантажувальних робіт і вилученню важкої ручної праці в процесі виконання основних і допоміжних виробничих процесів. Широкому впровадженню комплексної механізації та автоматизації сприяє насичення промисловості необхідною кількістю високопродуктивних машин, освоєння виробництва нових типів машин, розширення технологічних можливостей засобів механізації та досконалість організації їх ефективного використання. Сучасні поточні технологічні та автоматизовані лінії, між - і внутрішньо цеховий транспорт, навантажувально-розвантажувальні операції органічно пов'язані із застосуванням вантажопідйомних машин і механізмів різного призначення, що забезпечують безперервність і ритмічність виробничих процесів.

Для скорочення малокваліфікованої та одноманітної праці, а також праці в важких і шкідливих для здоров'я умовах, все ширше здійснюються заходи по впровадженню автоматичних маніпуляторів (промислових роботів).

Правильний вибір вантажопідйомного обладнання є основним фактором нормальної роботи та високої ефективності виробництва не можливо забезпечити стійкий ритм виробництва на сучасній ступені його інтенсифікації без погоджувальної безвідмовної роботи засобів механізації транспортувальних операцій. У теперішній час успішно здійснюється перехід від застосування окремих видів підйомно-транспортної техніки до впровадження високопродуктивних комплексів і принципово нових систем.

Серед основних конструктивних тенденцій в підйомно-транспортному машинобудуванні слід відзначити наступні:

- створення якісно нових вантажопідйомних машин і механізмів, а також широку модернізацію існуючих конструкцій обладнання для забезпечення механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних, транспортувальних і складських робіт у всіх областях господарства;
- одночасному значному зниженню їх маси завдяки новим кінематичним схемам, раціональним профілям метала, матеріалам, легким сплавам і пластмасам, а також прогресивним технологіям машинобудування;
- збільшення продуктивності з різних видів обладнання завдяки застосуванню широкого регулювання швидкостей механізмів, автоматичного, напівавтоматичного та дистанційного керування, спеціальних захоплюючих і інших підйомних агрегатів, а також створення поліпшених умов праці обслуговуючого персоналу внаслідок застосування установок для охолодження та очищення повітря в кабінах і інших заходів;
- підвищення надійності роботи машин і довговічності їх елементів шляхом розробки прогресивних технічних рішень, застосування нових уточнювальних методів розрахунків та матеріалів з поліпшеними фізико-механічними властивостями.

У цілому, зростання технічного рівня різних видів підйомно-транспортних машин і технологічного обладнання забезпечується за рахунок підвищення їх одиночної потужності (енергонасичення) та продуктивності, універсальності і технологічних можливостей, надійності та довговічності, підвищення питомих показників важливих робочих параметрів, розвиток гідрофікації приводів, широкого використання в конструкціях машин уніфікованих вузлів, агрегатів і деталей, розширення номенклатури змінного робочого обладнання, застосування сучасних систем автоматизації керування робочими процесами машин, підвищення їх прилаштування до технічного обслуговування та ремонту, поліпшення умов праці машиністів (операторів).

Сучасні багатоповерхові адміністративні та житлові будівлі, промислові споруди, учбові заклади, лікарні, крамниці та інші об'єкти для полегшення та прискорення переміщення людей і вантажів на різні рівні по висоті обладнують засобами вертикального транспорту. Поліпшення упорядкування будівель не можливо без добре налагоджуваного, безаварійного та високопродуктивного вертикального транспорту. Однією з основних переваг зазначеного виду транспорту є порівняльна невелика площа, яка зайнята його обладнанням.

У теперішній час основним засобом механізованого транспорту в багатоповерхових будівлях є ліфти. Зазначений підйомний пристрій уявляє собою транспортний засіб перервної дії, призначений для підйому та спуску людей (вантажів) з одного рівня на інший в кабіні, що рухається по нерухомим вертикальним направляючим, які розміщені в шахті. Широке розповсюдження отримали ліфти не тільки в період експлуатації будівель і споруд, але і на стадії здійснення їх будівництва. Основними елементами ліфтів є кабіна, підйомна лебідка (при наявності редуктора), канати, противага, електродвигун, гальмовий пристрій і апарати керування. Живлення двигунів дверей і вентиляторів, освітлення кабін, зв'язок апаратури керування та сигналізації з обладнанням, що знаходиться поза кабіні, здійснюється гнучким кабелем.

Зростання поверховості споруд підвищує вимоги до ліфтів по продуктивності, комфорту, безпеки та розширенню можливості їх

використання ставить усе більш складні задачі перед організаціями, що займаються конструюванням і експлуатацією даних транспортних засобів. Підвищені вимоги максимальних зручностей і створення комфорту для пасажирів, виклик на будь – який поверх, попутний виклик кабіни при руху її угору та униз, автоматичний контроль завантаження кабіни, автоматичне відкривання та закривання дверей, електропривод із зниженням швидкості перед зупинкою, групова система керування транспортним засобом усе більш ускладнюють експлуатацію та вимагають від обслуговуючого персоналу високої кваліфікації.

Сучасний ліфт представляє собою складну інженерну споруду, в якій тісно переплітаються механічні та електричні пристрої, електронна апаратура, дистанційне керування та інше, тому робітники, що зв'язані з ліфтовим господарством, повинні бути широкого профілю та не тільки добре знати конструкції, але і вміти технічно економічно грамотно організувати експлуатацію, забезпечувати надійну та безпечну роботу ліфтів, повсякденно проводити заходи по впровадженню новинок ліфтової техніки та зниженню експлуатаційних витрат.

Таким чином, від інженерно-технічних працівників у сфері підйомно-транспортного машинобудування вимагаються знання принципів дії та конструкцій підйомних машин різного призначення та обладнання, факторів, що впливають на їх продуктивність і якість робіт, які виконуються, а також основ раціонального вибору та правил експлуатації і ремонту.

Зазначені методичні вказівки, призначені для студентів і фахівців, навчання та діяльність яких пов'язана з розробкою, ремонтом та експлуатацією транспортних засобів різного призначення у сфері житлово-комунального господарства та будівництва.

# 1 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

## 1.1 Мета та завдання курсового проектування

Згідно з кваліфікаційною характеристикою і робочою програмою з дисципліни «Підйомно-транспортне та технологічне обладнання» передбачено виконання курсового проекту. Курсове проектування є одним з найважливіх видів навчання з даної дисципліни та виконується паралельно з вивченням лекційного курсу. Мета його – закріпити та систематизувати знання студентів за загально технічними та спеціальними предметами, навчитися застосовувати ці знання при вирішенні задач на стадії проектування та експлуатації підйомно-транспортних машин і розвинути навички студентів до самостійної роботи.

Крім того, виконання проекту призначено для подальшого розвитку наступних напрямків у процесі підготовки студентів:

- формування основ проектування окремих вузлів транспортних засобів і вивчення закономірностей зміни їх технічного стану під впливом дії факторів експлуатаційного характеру;
- отримання навичок проведення аналізу конструкції окремих вузлів і механізмів підйомно-транспортних машин з позиції довговічності, а також здібності та вміння самостійно розробляти шляхи, що забезпечують потрібну довговічність та безвідмовність роботи їх з найменшими витратами часу і коштів;
- застосування ефективних методів розрахунку для обґрунтування та вибору конструкції окремих елементів ліфтової установки.

Для виконання курсового проекту студент отримує завдання , вихідні дані за варіантами, зміст розрахунково-пояснювальної записки та креслення, а також строк виконання. Перед видачею завдання згідно з робочою програмою з дисципліни проводяться практичні заняття, на яких детально розглядаються наступні питання: зміст і обсяг курсового проекту, послідовність виконання



завдань, вимоги до його оформлення, перелік використаних літературних джерел і довідкових матеріалів, а також вирішення аналогічних задач.

Захист курсового проекту проводиться на 14-15 тижнях весняного семестру. На ньому студент протягом 5-10 хв. доповідає зміст проекту, обґрунтовує ефективність прийнятих технічних рішень та застосованих методів розрахунку, а також відповідає на запитання викладача. За результатами захисту та поданого курсового проекту ставиться оцінка за п'ятибальною системою.

Студент несе повну відповідальність за прийняті технічні рішення, правильність розрахунків і оформлення проекту згідно з нормативними вимогами технічного стандарту (ДСТУ 3008-95).

## **1.2 Зміст і варіанти завдань**

Курсовий проект передбачає виконання наступних задач:

- розробка конструкції окремого механізму ліфта або стенду для випробування з метою отримання якісної та кількісної оцінки його працездатності на стадії проектування;
- застосування ефективних методів розрахунку для обґрунтування та вибору конструкції елементів ліфтової установки.

*Задача 1.* На підставі аналізу літературних джерел, патентів і авторських свідоцтв на винахід в області підйомно-транспортного машинобудування та ліфтового господарства запропонувати конструкцію механізму чи стенду для випробування, спрямовану на оцінку працездатності окремих вузлів і агрегатів електромеханічних систем на стадії проектування, виготовлення, ремонту та експлуатації.

У межах зазначеної задачі необхідно:

- сформулювати мету та область застосування запропонованого технічного рішення;

- описати конструкцію механізму (випробувального стенду) транспортного засобу;
- навести принцип дії розробленого засобу та його переваги;
- накреслити на аркуші формату А1 (не менш 1 аркуша) загальний вид розробки з наведенням необхідних перерізів.

*Задача 2.* Згідно з варіантом здійснити обґрунтування вибору конструктивних параметрів окремих елементів ліфтової установки.

Варіанти курсового проекту наведені в табл.1.1.

### **1.3 Вимоги до оформлення курсового проекту**

Курсовий проект складається з розрахунково-пояснювальної записки та креслення. Розрахунково-пояснювальна записка містить розрахункові й довідкові матеріали, математичні залежності, таблиці, графіки, ескізи, схеми, що пояснюють вирішення поставленого завдання в рамках проекту.

Матеріал розрахунково-пояснювальної записки слід викладати в логічній послідовності, по можливості стисло, але не на шкоду змісту. Обсяг записки в цілому повинен складати 35...45 стор. рукописного тексту (чорнилами чи пастою одного кольору, колір – чорний, синій, фіолетовий) або 25...30 машинописних сторінок. Зменшений обсяг розрахований на використання комп'ютера зі шрифтом текстового редактора Word Times New Roman розміру 14пт і полуторним міжрядковим інтервалом. Не слід включати в записку визначення загальновідомих понять, викладати загальноприйняті методи розрахунків або інші відомості, запозичені з підручників, довідників та інших літературних джерел, якщо в них не містяться конкретні рекомендації стосовно питання, що розглядається.

Текст виконують на нелінованому папері формату А4 (210×297 мм) з використанням однієї сторони аркуша. Допускається використання аркушів формату А3 (297×420 мм), коли це необхідно.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для розрахунку елементів ліфтів

№ вар.	Призначення ліфта	Q, Н	U, м/с	D <sub>6</sub> , мм	Кабіна			Редуктор		Електродвигун			i <sub>n</sub>
					A, мм	B, мм	K, Н	U <sub>p</sub>	GD <sup>2</sup> <sub>Н*М<sup>2</sup></sub>	тип	n, хв. <sup>-1</sup>	GD <sup>2</sup> <sub>Н*М<sup>2</sup></sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Л	3136	0,71	650	1000	1200	6500	56	17,35	АС-72-6/18 ШЛ	950/276	15,68	1
2		3136	1,0	700	1000	1200	6500	40	34,3	VTM2505-6/24 А	940/228	24,89	1
3		4990	1,0	700	1200	1400	8000	40	14,7	АС2-91-6/24 ШЛ	945/205	44,1	1
4		4990	1,0	930	1200	2200	14000	45	14,7	АС2-91-6/24 ШЛ	945/205	44,1	1
5		4990	1,4	750	1200	1400	10000	40	23,52	АС2-92-6/24 ШЛ	945/205	68,6	1
6		4990	1,4	930	1200	2200	15000	35	23,52	АС2-92-6/24 ШЛ	945/205	68,6	1
7		9800	1,0	950	1500	1800	12000	45	34,3	АС2-93-6/24 ШЛ	945/205	88,2	1
8		9800	1,4	950	1200	2200	16000	35	51,16	АС2-101-6/24 ШЛ	960/205	156,8	1
9		9800	2,8	950	1800	1500	17000	25	51,16	АС2-101-6/24 ШЛ	960/205	156,8	1
10		15680	4,0	950	1800	2200	25000	25	60,96	АС2-101-6/24 ШЛ	960/205	156,8	1
11	ВЛ	4900	1,0	930	1200	2000	15000	45	14,7	АС2-91-6/24 ШЛ	945/205	44,1	1
12	В <sub>з.пр.</sub>	4900	0,5	500	1000	1500	5000	50	17,35	АС-72-6/18 ШЛ	950/276	15,68	1
13		4900	0,5	500	1500	2000	7000	50	17,35	АС-72-6/18 ШЛ	950/276	15,68	1
14		9800	0,5	500	1500	2000	10000	25	14,7	АС2-91-6/24 ШЛ	945/205	44,1	2
15		9800	0,5	500	2000	2500	14000	25	14,7	АС2-91-6/24	945/205	44,1	2

№ вар.	Призначення ліфта	Q, Н	U, м/с	D <sub>б</sub> , мм	Кабіна			Редуктор		Електродвигун			i <sub>n</sub>
					A, мм	B, мм	K, Н	U <sub>p</sub>	GD <sub>m</sub> <sup>2</sup> , Н*м <sup>2</sup>	тип	n, хв. <sup>-1</sup>	GD <sub>p</sub> <sup>2</sup> , Н*м <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
										ШЛ			
16	В <sub>з.пр.</sub>	19600	0,5	700	2000	2500	14500	35	19,6	АС2-93-6/24 ШЛ	945/205	88,2	2
17		19600	0,5	700	2000	3000	19000	35	19,6	АС2-93-6/24 ШЛ	945/205	88,2	2
18		31360	0,5	700	2000	3000	20000	35	19,6	АС2-101-6/24 ШЛ	960/205	156,8	2
19		31360	0,5	700	2500	3500	22000	35	19,6	АС2-101-6/24 ШЛ	960/205	156,8	2
20		49000	0,25	700	3000	4000	33000	35	19,6	АС2-101-6/24 ШЛ	960/205	156,8	4

12 Примітка. В таблиці наведені наступні позначення: Л – пасажирський ліфт; ВЛ – вантажопасажирський ліфт; В<sub>з.пр.</sub> - вантажний ліфт загального призначення; Q – вантажопідйомність; U – швидкість руху кабіни; D<sub>б</sub> - діаметр блоку (шківа); A – ширина кабіни; B – глибина кабіни; K – вага кабіни; U<sub>p</sub> – передатне число редуктора; GD<sub>m</sub><sup>2</sup> і GD<sub>p</sub><sup>2</sup> - маховий момент муфти та ротору електродвигуна; n – частота обертання двошвидкісного електродвигуна (в чисельнику наведено максимальне, а знаменнику - мінімальне значення).

Кожен аркуш (сторінка) повинен мати межі тексту з дотриманням таких розмірів: лівий не менше 25 мм, верхній і нижній – 20 мм, правий – 10 мм.

У тексті розрахунково-пояснювальної записки необхідно робити посилання на нормативну літературу (стандарти, правила, технічні умови, інструкції) та інші джерела (книги, каталоги, статті, патенти або авторські свідоцтва на винаходи), якщо в них містяться відомості, що підтверджують обґрунтованість прийнятих рішень, методик розрахунків, вибір формул, коефіцієнтів, нормативних величин. При посиланні треба вказувати в квадратних дужках порядковий номер цього джерела за наведеним наприкінці записки списком джерел (перед додатками). Їх нумерують в алфавітному порядку чи по мірі появи посилань на них в тексті, при цьому на практиці переважно застосовують останній вид нумерації джерел.

Посилання на окремі підрозділи, пункти та ілюстрації стандартів і інших документів не допускаються, але можна здійснювати на документ в цілому або на його розділ з вказівкою позначення та найменування документів, номерів та розділів.

Не допускаються які-небудь прикрашення тексту зміною шрифту, підкреслюванням слів, фраз, назв чи елементів рубрикації, застосуванням різнокольорових літер і т.д.

Нумерація сторінок – наскрізна (включаючи додатки). Перша сторінка записки – титульний аркуш (номер її не проставляється), друга - анотація, третя - зміст і т.д.

Номер сторінки проставляють арабськими цифрами у правому верхньому куті без крапки наприкінці.

Розрахунково –пояснювальна записка повинна мати наступні структурні частини: анотацію, зміст, вступ, перелік завдань згідно з варіантом студента, відповіді й розрахунки, висновки і список літератури.

Структурні елементи записки «Анотація», «Зміст», «Вступ», «Висновки» і «Список літератури» не нумерують, а їхні найменування виконують роль заголовків структурних елементів.

Кожен розділ тексту повинен починатися з нової сторінки і мати порядкову нумерацію у межах записки арабськими цифрами без крапки, наприклад 1,2,3 і т. д. Заголовки структурних елементів записки слід розміщувати в центрі рядка і записувати прописними літерами, а підрозділів, пунктів і підпунктів треба починати з абзацного відступу та записувати малими літерами (крім першої прописної). Заголовки не підкреслюють і крапку наприкінці не ставлять. Перенос слів у заголовках не допускається. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою.

Відстань між заголовком і наступним або попереднім текстом має бути:

- при машинописному способі – не менше трьох інтервалів;
- при рукописному способі – не менш двох рядків.

Не припустимо розміщувати найменування розділу, підрозділу, пункту та підпунктів нижній частині сторінки, якщо після нього розташований тільки рядок тексту.

У формулах умовні літерні позначення (символи) фізичних, хімічних, математичних та інших величин слід застосовувати лише такі, що встановлені відповідними стандартами і рекомендуються в підручниках. При оформленні розрахунків формули записують в окремих рядках посередині з обов'язковим посиланням на літературне джерело, звідки вони взяті. Всі формули треба нумерувати порядковою нумерацією арабськими цифрами, а при наявності великої кількості формул застосовують подвійну нумерацію за розділами. У цьому випадку номер формули складається з номера розділу та порядкового номера формули, розділених крапкою. Порядкові номери усіх формул наводять на рівні математичного виразу в круглих дужках у крайній правій позиції.

Усі символи, які входять до формули, повинні мати пояснення безпосередньо після приведеної формули. В розшифровку (експлікацію) слід включати всі позначення, які розміщені як в лівій, так і правій частках формули. Експлікація літерних позначень величин повинна відповідати послідовності їх розміщення. Перший рядок розшифровки має починатися зі

слова “де” без двокрапки після нього, при цьому після формули (рівняння) слід поставити кому:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W}, \quad (3.4)$$

де

$\sigma_{зг}$  – напруження згину в зубці, МПа;

$M_{зг}$  – згинаючий момент, Н·мм;

$W$  – момент опору, мм<sup>3</sup>.

Якщо розшифровка позначення не вміщується в одному рядку, то другий і наступний рядки її повинні починатися від лівого краю першого слова розшифровки першого рядка. Наприкінці кожної розшифровки рекомендується ставити крапку з комою, а наприкінці останньої розшифровки – крапку. Позначення одиниць виміру фізичних величин у кожній експлікації слід відокремлювати комою від її тексту. Необхідно вирівнювати колонку розшифровки за знаком тире.

При повторенні в наступних формулах раніш наведених позначень величин, фізична суттєвість яких залишається незмінною, розшифровувати їх необов’язково. Однак допускається їх розшифровка, якщо формули віддалені друг від друга. У розрахунково – пояснювальній записки необхідно навести результати розрахунків з обов’язковим зазначенням (без дужок) одиниці вимірювання розрахункової величини. Розмірність певного параметра, прийнятого або розрахованого за формулою, у межах усієї записки постійна, тобто в одній із встановлених одиниць виміру.

Схеми і рисунки у тексті виконують чорною тушшю, олівцем, чорнилами або пастою, в окремих випадках із застосуванням розмножувальної техніки.

Графічна частина курсового проекту ілюструє текст розрахунково – пояснювальній записки. Робота над цією частиною проекту дозволяє виявити здатності студента до конструювання та графічного оформлення технічної документації. Креслення елементів підйомно-транспортних засобів виконують

відповідно до вимог ЄСКД згідно з ГОСТ 2.301-68, ГОСТ 2.302- 68, ГОСТ 2.109 – 73 на аркушах стандартного формату А1(594×841 мм) м'яким чорним олівцем , тушшю або за допомогою графопобудувача. Обсяг графічної частини проекту 1...2 аркуша. Більш докладно основні вимоги до оформлення розрахунково - пояснювальної записки та графічної частини курсового проекту викладені в методичних вказівках до дипломного проектування для студентів спеціальності 7.092202 «Електричний транспорт».

## **2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО РОЗРАХУНКУ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІФТІВ**

### **2.1 Вибір сталевих канатів для ліфтів**

У пасажирських і вантажно пасажирських ліфтах переважно використовують гнучке підвішування кабіни та противаги на сталевих дротових канатах. В ліфтах пасажирських, лікарняних і вантажних з провідником підйомні канати діаметром менш 10 мм не застосовують. При роботі лебідки канати намотуються на барабан або огинають канатний ведучий шків. При цьому від ваги кабіни з вантажем і противаги в канату виникають напруги розтягу, а при огинанні барабана чи шківів додатково напруги згину. Тому кручені вироби повинні володіти високою міцністю та достатньою гнучкістю. Міцність канатів у багатому визначає безпеку експлуатації ліфтів.

Згідно з вимогами «Правил улаштування та безпечної експлуатації ліфтів» (ПУБЕЛ) і технічними характеристиками ліфтових приводів розрахунок канатів здійснюють за виразом

$$P/S_{\max} \geq K_3, \quad (2.1)$$

де

$P$  – розривне зусилля каната в цілому, кН;

$S_{\max}$  – розрахункове максимальне статичне натягіння гілки канату, Н;

$K_3$  – допустиме значення коефіцієнта запасу міцності (табл.2.1).



Таблиця 2.1 – Значення коефіцієнтів запасу міцності канатів

Лебідка	Швидкість руху канату, м/с	Значення $K_3$ для ліфтів	
		вантажний без провідника, малий	пасажирський, вантажопасажирський, лікарняний, вантажний з провідником
Барабанна	До 1	8	9
З канатним ведучим шківом	До 1	10	12
	1 - 2	11	13
	2 -4	12	14
	Більше 4	13	15

Максимальне статичне натягіння канату визначається за наступною формулою

$$S_{\max} = \frac{K + Q + T + G_{\text{кб}}}{m_k \cdot l_n}, \quad (2.2)$$

де

$K$  – вага кабіни, Н;

$Q$  – вантажопідйомність ліфта, Н;

$T$  – вага тягових канатів, Н;

$G_{\text{кб}}$  – вага підвісного кабелю, Н;

$m_k$  - кількість канатів, на яких підвішуються кабіна та противага (табл. 2.2);

$l_n$  - кратність поліспасти.

При малої висоти підйому, яка притаманна ліфтам, у виразу (2.2) можна знехтувати вагою тягових канатів і підвісного кабелю. Разом з цим, при великих висотах підйому значення цих складових суттєво впливає на тяговий розрахунок і на вибір потужності електродвигуна.

Таблиця 2.2 – Число канатів для підвішування кабіни та противаги ліфта

Призначення ліфта	Привід з барабанною лебідкою	Привід з канатним ведучим шківом
Пасажирський, вантажно пасажирський, вантажний з провідником, лікарняний	2	3
Вантажний без провідника, малий вантажний	1	2

На міцність канатів суттєво впливають їх перегини на блоках, шківках і барабанах, тому кількість перегинів каната повинна бути найменшою, а діаметри відхиляючих елементів – можливо більшими. Для ліфтів вибирають (наскільки це допустимо) менш жорсткі кручені вироби – канати з органічним осердям. У перегину на канатному ведучому елементі беруть участь усі дроти канату (як внутрішні, так і зовнішні). Зовнішні дроти зношуються сильніше внаслідок додаткового тертя по струмку зазначеного елемента. Тому перевагу слід віддавати канатам, у яких зовнішні дроти більшої товщини, чим внутрішні. Для більш рівномірного зносу складових елементів каната рекомендується використовувати зовнішні дроти з меншим розривним зусиллям, а внутрішні – більшим.

Для підвішування кабін і противаг ліфтів застосовують канати подвійного звивання. У цих канатах спочатку дроти звивають в прядки навколо центрального дроту, а потім їх – навколо осердя. Для виготовлення канатів використовують дрот одного чи різних діаметрів. При виготовленні сталок з дроту одного діаметра навколо центрального дроту можна звити щільно тільки 6 дротів того ж типорозміру. Наступний ряд створюють тільки 12 дротів того ж діаметра, 6 із яких прилягають до дротів нижнього ряду, а 6 інших розміщуються в проміжках між ними. Таким чином, кожний послідовний ряд у порівнянні з попереднім може бути збільшено тільки на шість дротів і сталка, що містить  $1+6=7$  дротів, називається однорядною з центральним дротом,  $1+6+12=19$  дротів – дворядною та  $1+6+12+18=37$  дротів – трьохрядною.

Сталеві дротові канати розподіляють за наступними ознаками: по призначенню – вантажно людські ВЛ та вантажні В; механічним властивостям дроту – марок В, І і ІІ (канати марки ІІ поставляють із згоди замовника); виду покриття поверхні дроту – без покриття чи оцинкованого; для особливо жорстких умов роботи ОЖ, жорстких умов роботи Ж та середніх умов роботи С; напрямку звивання – правої та лівої Л; виду торкання дротів між шарами пасма – крапкове КТ і лінійне ЛТ; сполученню напрямків звивання елементів

каната – хрестової, однобічної О та комбінованої К; способу звивання – виробу, що не розкручуються Н та розкручуються Р. Дроти, із яких звивають канат, можуть бути однакового чи різного діаметра. При різному діаметру дротів у позначення додають літеру Р, а при однаковому О. Приклад позначення канату 32-В-І-С-Н-1372 (140) за ГОСТом 2688-80 розшифровується наступним чином: сталевий дрововий канат діаметром 32 мм вантажного призначення, марки І, з оцинкованого дроту за групою С, правої хрестової звивки, не розкручується, марка групи міцності дроту 1372 МПа (140 кг/мм<sup>2</sup>) типу ЛТ-Р 6x19 (1+6+6/6)+1 о.ос.

Згідно з стандартом тягові канати та канат обмежувача швидкості ліфтів повинні бути сталевими з лінійним торканням дротів у пасмах наступних типів: ЛТ-О – з дротами однакового діаметра, ЛТ-Р – з дротами двох різних діаметрів у верхньому шару пасма та ЛТ-РО – з дротами різного та однакового діаметра по окремим шарам. Для роботи на ліфтах найбільш підходять комбіновані шостипасмові канати типу ЛТ-Р, а також кручені вироби з однаковими дротами типу ЛТ-О. Однак останні менш бажані. При наявності абразивного та корозійного середовища найкраще брати канати, виготовлені з більш товстого дроту. Для зменшення зносу та пошкоджень канати покривають захисною змазкою.

По визначеному за виразом (2.1) розрахунковому значенню розривного зусилля згідно з стандартом (табл.2.3) вибираємо типорозмір канату та приводимо його умовне позначення із зазначенням стандартних параметрів: розривного зусилля Р, діаметра канату  $d_k$ , площі перерізу усіх дротів  $F_k$ .

**Кріплення канату до барабану.** Розрахунок елементів кріплення канату виконують для ліфтів, які обладнані приводом з барабанною лебідкою. Кріплення канату до барабана повинні бути надійним, доступним для огляду, зручним для заміни канату та достатньо простим при виготовленні. Канат в місці кріплення не повинний підлягати різкому згину. Його здійснюють за допомогою клина чи планки. Просте та надійне клинове кріплення потребує виготовлення барабану, складного в литті.

Таблиця 2.3 – Канат подвійного звивання типу ЛТ-Р (ГОСТ 2688-80)

Діаметр канату, мм	Площа перерізу дротів, мм <sup>2</sup>	Маса 1000 м канату, кг	Група міцності дроту, МПа			
			1470	1568	1764	1960
			Розривне зусилля, кН, не менш			
4,1	6,55	64,1	-	-	9,75	10,85
4,8	8,62	84,4	-	-	12,85	13,90
5,1	9,76	95,6	-	-	14,60	15,80
5,6	11,90	116,5	-	15,8	17,80	19,35
6,9	18,05	176,6	-	24,0	26,30	28,70
8,3	26,15	256,0	-	34,8	38,15	41,60
9,1	31,18	305,0	-	41,55	45,45	49,60
9,9	36,66	358,6	-	48,85	53,45	58,35
11,0	47,18	461,6	-	62,85	68,80	75,15
12,0	53,87	527,0	-	71,75	78,55	85,75
13,0	61,0	596,6	76,19	81,25	89,00	97,00
14,0	74,40	728,0	92,85	98,95	108,00	118,00
15,0	86,28	844,0	107,00	114,50	125,55	137,00
16,5	104,61	1025,0	130,00	139,00	152,00	166,00
18,0	124,73	1220,0	155,00	166,00	181,50	198,00
19,5	143,61	1405,0	179,50	191,00	209,00	228,00
21,0	167,03	1635,0	208,00	222,00	243,50	265,50
22,5	188,78	1850,1	235,50	251,00	275,00	303,50

Також викликають певні труднощі в процесі виготовлення кріплення вставною планкою в литому барабані. Найбільш простим і розповсюдженим є кріплення канату до барабану планкою з гвинтами. При цьому канат із крайньої канавки барабана зразу переводять в третю, для чого частково вирубують виступи нарізки, які поділяють канавки. Середню канавку використовують для встановлення болтів або шпилек кріплення. Згідно з правилами Держтехнагляду незалежно від розрахунку для канату діаметром до 31 мм число одно гвинтових притискних планок повинно бути не менш двох з кроком в 60° або однієї при двогвинтовому кріпленні, а при більшому діаметру канату – по дві планки.

При розрахунку кріплення потрібно урахувати вплив додаткових витків, що зменшують натяг канату в місці його кріплення до барабану притисною планкою:

$$F_{кр} = S_{max} / e^{f\alpha}, \quad (2.3)$$

де

$F_{кр}$  – критична сила тертя, Н;

$e$  – основа натурального логарифму, який дорівнює 2,71;

$f = 0,15 \dots 0,16$  – коефіцієнт тертя між сталевими канатами та сталевим барабаном;

$\alpha$  – кут обхвату канатом барабана (при півтора регламентованих додаткових витках  $\alpha = 3\pi$ ).

Слід відзначити, що для надійного кріплення канату до барабану сила тертя  $F$  повинна бути не менш  $F_{кр}$ . Сила тертя  $F$  створюється зусиллям затискних гвинтів і виникає між барабаном і канатом, а також між планкою та канатом.

На планці з напівкруглими канавками сила затяжки дорівнює

$$F_3 = F_{кр} / (2f), \quad (2.4)$$

а з трапецеїдальною канавкою

$$F_3 = F_{кр} / (f + f_1), \quad (2.5)$$

де

$f_1$  – приведений коефіцієнт тертя між канатом і планкою, що має трапецеїдальний переріз канавки,  $f_1 = f / (\sin \gamma + f \cos \gamma)$ ;

$\gamma$  – кут нахилу бокової грані затискної канавки на планці,  $\gamma \approx 40^\circ$ .

Застосовуючи спосіб кріплення притискними планками з напівкруглими пазами, що притискають два сусідніх витка, визначаємо сумарне зусилля розтягу болтів за виразом

$$P = \frac{2S_{\max}}{f \left( \frac{1}{f} + 1 \right) (e^{2\pi\alpha} + 1) e^{f\alpha}}. \quad (2.6)$$

Звичайно при діаметру канату до 12,5 мм приймають болти М12, 15,5 мм – М16, 17,5 мм – М20 і 27,5...31,0 мм – М30 по діаметру отвору в планці.

Необхідну кількість болтів  $z$  визначаємо за формулою

$$z = \frac{1,3kP}{[\sigma]_p \frac{\pi d_1^2}{4}} + \frac{Pf_1 lk}{[\sigma]_p 0,1d_1^3}, \quad (2.7)$$

де

$d_1$ - внутрішній діаметр різьби болта, м;

$k=1,3$ -коефіцієнт, що ураховує напруження кручення при затягуванні болтів;

$l$ - відстань від дна канавки на барабану до верхньої площині притискної планки, м;

$[\sigma]_p$  – допустиме напруження розтягу в болту, Па.

Допустиме напруження розтягу визначають при запасу міцності, який дорівнює 2,5 відносно границі текучести  $\sigma_{тек}$  (для болтів із сталі Ст 3

$\sigma_{тек} = 230$  МПа) при рівномірному розподілу навантаження між усіма болтами, тобто  $[\sigma]_p = \sigma_{тек}/2,5$ .

У деталях різьбових з'єднань застосовують кріпильні різьби, які залежно від форми поверхні розрізняють на циліндричні та конічні. В основному використовуються циліндричні кріпильні різьби. Основною кріпильною різьбою є метрична. Всі її розміри задаються в міліметрах і має трикутний профіль витків із кутом профілю  $\alpha = 60^\circ$ . Вершини витків та впадин притуплені по прямій або по дузі кола, по вершинах та впадинах утворений зазор. Така конструкція полегшує обробку різьби, зменшує концентрацію напружень та запобігає пошкодженням різьби в умовах складальних робіт.

Основні геометричні параметри метричних різьб регламентовані стандартами ГОСТ 9150-81, ГОСТ 8724-81 та ГОСТ 24705-81 (табл. 2.4)

Таблиця 2.4 – Різьба метрична для кріпильних різьбових деталей

Діаметр різьби, мм			Крок різьби Р, мм	Діаметр різьби, мм			Крок різьби Р, мм
Зовнішній $d$	Середній $d_2$	Внутрішній $d_1$		Зовнішній $d$	Середній $d_2$	Внутрішній $d_1$	
5	4,480	4,134	0,80	20	18,376	17,294	2,50
6	5,350	4,918	1,00	22	20,376	19,924	2,50
8	7,188	6,647	1,25	24	22,051	20,752	3,00
10	9,026	8,376	1,50	27	25,051	23,752	3,00
12	10,863	10,106	1,75	30	27,727	26,211	3,50
14	12,701	11,835	2,00	36	33,402	31,670	4,00
16	14,701	13,835	2,00	42	39,077	37,129	4,50
18	16,376	15,294	2,50	48	44,752	42,587	5,00

Отримане за виразом (2.7) розраховане значення кількості кріпильних болтів округлюємо в сторону збільшення до цілого числа.

**Перевірка канату на зминання по питомому тиску.** Зазначений вид перевірки здійснюють для ліфтів, які обладнані лебідками з канатним ведучим шківом (КВШ). Канати своїм тертям в струмках КВШ реалізують тягову здібність шківа. При цьому питомий тиск на канати не повинний бути вище допустимого, тобто виконувалися наступна умова  $p_{\max} < [p]$ . Для цього його потрібно розрахувати та порівняти з допустимим значенням з урахуванням режимів роботи.

Питомий тиск  $p_{\max}$  визначають за виразом

$$p_{\max} = S_{\max} K_{\phi} / (D_{\text{ш}} d_{\text{к}}), \quad (2.8)$$

де

$S_{\max}$  – максимальне статичне на тяжіння на одному канату, Н;

$K_{\phi}$  – коефіцієнт форми, що залежить від профілю струмка [при напівкруглому струмку  $K_{\phi} = 8/\pi$ , напівкруглому з підрізом  $K_{\phi} = 8 \cos(\alpha/2) / (\pi - \alpha - \sin \alpha)$ , клиновому  $K_{\phi} = 4,5 / (\sin \delta / 2)$ ];

$D_{\text{ш}}$  – діаметр шківа, см;  $d_{\text{к}}$  – діаметр канату, см;

$\alpha, \delta$  – кути підрізу ( $\alpha = 95^\circ$ ) та клину ( $\delta = 40^\circ$ ).

З метою забезпечення великої довговічності канатів найменший допустимий діаметр канатного ведучого шківа, блока чи барабану дорівнює

$$D_{\text{ш}} \geq e d_{\text{к}}. \quad (2.9)$$

Для ліфтів пасажирських, вантажно пасажирських і вантажних з провідником при швидкості більш 1,4 м/с значення коефіцієнта  $e = 45$ , для тих же ліфтів і лікарняного з швидкістю до 1,4 м/с –  $e = 40$ , а для ліфтів вантажних без провідника –  $e = 30$ . Треба відзначити, що при огинанні блоків (шківів) мінімального типорозміру дроти сталевих канатів зазнають значні напруження згину, які негативно позначаються на їх працездатності. З метою зниження напруження згину та підвищення довговічності тягових органів, а також із конструктивних міркувань слід вибирати діаметр блоку (шківа) найближче

більше стандартне значення з номінального ряду (320, 380, 450, 500, 530, 650, 700, 750, 800, 900, 930 і 950 мм), яке використовують у подальших розрахунках.

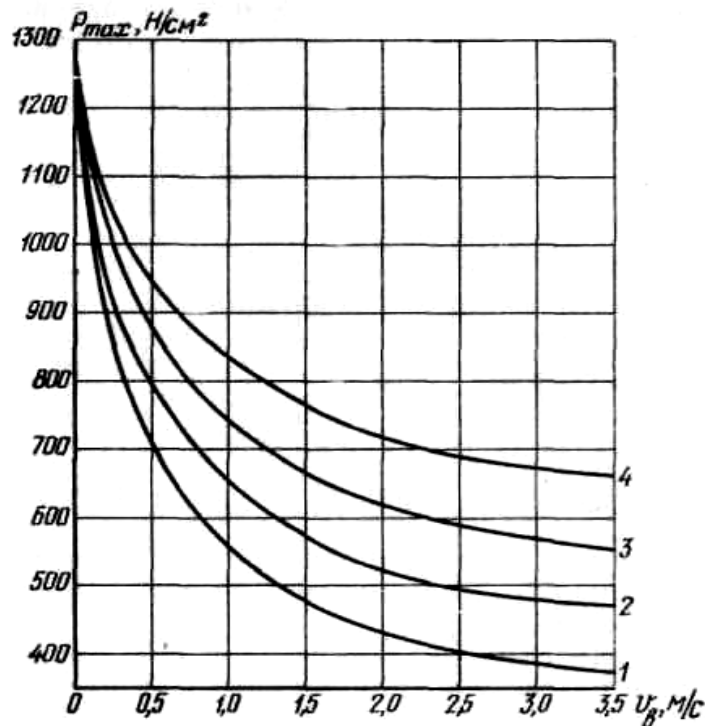


Рис. 2.1 – Допустимий питомий тиск  $p_{max}$  канатом і струмком шківів:

- 1 - пасажирський з ПВ 40-60 %;
- 2 - пасажирський з ПВ 20-40 %;
- 3 - вантажний;
- 4 - вантажний з малою висотою підйому.

З урахуванням отриманих значень коефіцієнта  $K_{\phi}$ , розраховуємо за виразом (2.8) величину питомого тиску для зазначених вище профілів струмка та порівнюємо максимальне значення з допустимим (рис. 2.1). Якщо  $p_{max}$  більше допустимого знайденого по графікам, то збільшують число канатів або вибирають інший профіль струмка.

## 2.2 Вибір гальмового пристрою з перевіркою точності зупинки кабіни ліфта

Гальмовим пристроєм називають механізм, який призначений для зупинки кабіни та противаги ліфта, а також надійного їх утримання в потрібному положенні при вимкненому електродвигуну. Основне призначення гальм полягає в створенні сил опора переміщенню кабіни ліфта.



В підйомних пристроях вітчизняного виробництва застосовують гальма з двома колодками, а в ряду закордонних конструкцій і дискові – колодкові гальма. У перших гальмові колодки притискуються до зовнішньої поверхні гальмового шківів. В дисково – колодкових конструкціях гальмові колодки виконані плоскими та притискуються вони до торцевих поверхонь диску.

Основним показником гальма є гальмовий момент, величина якого залежить від величини номінального моменту  $M_{\text{ном}}$ , а з урахуванням коефіцієнта запасу гальмового моменту дорівнює

$$M_{\Gamma} = M_{\text{ном}} [K_{\Gamma}], \quad (2.10)$$

де

$M_{\Gamma}$ - розрахунковий гальмовий момент, Н·м;

$[K_{\Gamma}]$  - допустиме значення коефіцієнта запасу гальмового моменту, величину якого вибирають в залежності від розрахункового режиму (табл. 2.5)

Номінальний момент гальма розраховують згідно виразу

$$M_{\text{ном}} = \frac{(K + Q + P) \cdot D_{\text{ш}} \cdot \eta}{2u_p}, \quad (2.11)$$

де

$P$  - вага противаги та дорівнює  $P = K + 0,5Q$ , Н;

$D_{\text{ш}}$  - діаметр шківів, м;

$u_p$  - передаточне число редуктора;

$\eta = \eta_p \cdot \eta_{\text{ш}}$  - коефіцієнт корисної дії (ККД) приводу;

$\eta_p$  - ККД редуктора ( $\eta_p = 0,6 \dots 0,8$ );

$\eta_{\text{ш}}$  - ККД шківів ( $\eta_{\text{ш}} = 0,96 \dots 0,98$ ).

Таблиця 2.5 – Коефіцієнт запасу гальмового моменту

Призначення ліфта	Коефіцієнт запасу $[K_{\Gamma}]$ при розрахунковому режиму	
	робочий	статичного випробування
Пасажирський	2	1,4
Вантажний з провідником	1,8	1,3
Вантажний без провідника, малий вантажний	1,5	1,2

Слід відзначити, що наведену вище залежність приймають при малій висоті підйому, коли можна зневажити вагою підвісного кабелю та тягових канатів. При великих висотах підйому їх вага суттєво впливають на тяговий розрахунок, а також на вибір потужності електродвигуна. Для урівноваження тягових канатів при висоті підйому більш 45 м застосовують урівноважуючі гнучкі елементи –сталеві канати з натяжним пристроєм в прямку (при швидкості кабіни ліфта 2 м/с і більше) та сталеві ланцюги (при швидкості до 1,4 м/с).

Отримане значення номінального моменту підставляємо у вираз (2.10) і знаходимо розрахунковий гальмовий момент, по якому вибирають гальма (табл.2.6), що відповідає задовільному значенню  $K_r$  та виконанню умови

$$K_r \geq [K_r].$$

Точність зупинки кабіни характеризується величиною відхилення рівня підлоги кабіни при зупинки від рівня підлоги поверхового майданчика. Неточність зупинки кабіни допускається в межах:

для вантажних ліфтів, завантажених за допомогою візків, і лікарняних ліфтів .....  $\pm 15$  мм;  
для інших типів ліфтів .....  $\pm 50$  мм.

Достатньо точна зупинка може бути отримана простим механічним гальмуванням або застосуванням складних систем електропривода. Перший спосіб найбільш простий, але він може використовуватися при невеликих швидкостях ліфта до початку гальмування. Це пояснюється тим, що електромагнітні гальма підйомних пристроїв володіють сталим гальмовим моментом внаслідок того, що гальмові колодки притискаються пружинами чи вантажами до шківів з постійним зусиллям, незалежно від величини корисного навантаження в кабіні.

Оскільки інерція рухомих частин ліфта змінюється в залежності від величини корисного навантаження, а відключення двигуна та початку гальмування встановлюються в певній точці при підході до поверхового майданчика, при цьому порожня кабіна, яка спускається униз, зупиниться

швидше, чим завантажена, проходячи різні шляхи гальмування, в залежності від величини вантажу. При підйому завантажена кабіна зупиняється швидше у порівнянні з порожньою, відхиляючись на відповідну величину від рівня підлоги поверхової площадки.

Таблиця 2.6 – Параметри механічних гальм ліфтових лебідок

Діаметр гальмового шківа $D_r$ , мм	Електромагніт				Гальмовий момент $M_r$ , Н·м, для наступних умов роботи магніту		
	тип	тягове зусилля, Н	максимальний хід якорю, мм	час відпаданню якорю, с	$\mu=0,35$	$\mu=0,45$	ПВ, %
200	МП-201	960	4	0,15	103	133	25
		780			85	108	40
		320			65	83	60
300	МП-201	960	4	0,15	262	336	25
		780			214	274	40
		320			164	210	60
300	КМ ТД - 102	225	50	-	97	124	25
300	КМ Т-3А	155	50	-	150	193	25

Величиною, що характеризує точність зупинки кабіни ( $K_{пор}$  або  $K_{зав}$ ), називають піврізницю між довжинами шляхів гальмування порожньої та завантаженої кабіни. Точність зупинки при руху кабіни уверх і униз різна. Точність зупинки кабіни характеризується величиною

$$\Delta S = 0,5(S_{г.пор} - S_{г.зав}), \quad (2.12)$$

де

$S_{г.пор}$  і  $S_{г.зав}$  – гальмові шляхи порожньої та завантаженої кабіни, м.

Величина ( $S_{г.пор} - S_{г.зав}$ ) залежить від прискорення гальмування

$$\begin{aligned} S_{г.пор} &= v^2 / (2a_{г.пор}); \\ S_{г.зав} &= v^2 / (2a_{г.зав}), \end{aligned} \quad (2.13)$$

де

$a_{г.пор}$ ,  $a_{г.зав}$  – прискорення при гальмуванні порожньої та завантаженої кабіни.

Величини прискорень знайдемо з рівності  $M_d = GD^2n/(38,2t)$ .  
Замінюючи  $M_d$  на  $M_{\Gamma} + M_{ст}$  і  $t$  на  $v/a_{\Gamma}$ , отримуємо  $M_{\Gamma} + M_{ст} = GD^2na_{\Gamma}/(38,2v)$ ,  
звідки

$$a_{\Gamma} = 38,2(M_{\Gamma} + M_{ст})v / (GD^2n). \quad (2.14)$$

Для визначення точності зупинки кабіни необхідно, використовуючи (2.14), виконати два розрахунку прискорення при порожньої ( $a_{\Gamma,пор}$ ) та завантаженої ( $a_{\Gamma,зав}$ ) кабіни. При одноступеневому гальмуванні в (2.14) підставляють номінальні значення  $v$  (м/с) та  $n_{дв}$  ( $c^{-1}$ ), а двоступеневому гальмуванні та двошвидкісному приводу – величини малої швидкості  $v_m$  та мінімальної частоти обертання  $n_{дв, м}$ . Малу швидкість визначають за формулою

$$v_m = \frac{n_{дв, м} \cdot \pi \cdot D_{ш}}{60u_p}. \quad (2.15)$$

У обох випадках визначення прискорення підраховують величини махового моменту інерції ( $GD_{з,пор}^2$ ,  $GD_{з,зав}^2$ ) та статичного моменту ( $M_{ст,пор}$ ,  $M_{ст,зав}$ ):

для завантаженої кабіни

$$GD_{з,зав}^2 = GD_p^2 + GD_m^2 + \frac{(K + 1,1Q + \Pi) \cdot D_{ш}^2 \cdot \eta}{u_p^2}, \quad (2.16)$$

де  $GD_p^2$  - маховий момент ротору,  $H \cdot m^2$ ;  $GD_m^2$  - маховий момент муфти,  $H \cdot m^2$ .

$$M_{ст,зав} = \frac{(K + 1,1Q + \Pi) \cdot D_{ш} \cdot \eta}{2u_p}. \quad (2.17)$$

для порожньої кабіни

$$GD_{з,пор}^2 = GD_p^2 + GD_m^2 + \frac{(K + 1,1Q + \Pi) \cdot D_{ш}^2}{u_p^2}. \quad (2.18)$$

$$M_{ст,пор} = \frac{(\Pi - K) \cdot D_{ш}}{2u_p \cdot \eta}. \quad (2.19)$$

Отримані значення  $a_{\Gamma, пор}$  і  $a_{\Gamma, зав}$  підставляють в (2.13) та визначають  $S_{\Gamma, пор}$  і  $S_{\Gamma, зав}$ , які потім використовують в (2.12). Потрібно щоб виконувалися наступна умова  $\Delta S \leq [\Delta S]$ .

### 2.3 Вибір підшипників кочення для осей відхиляючих блоків ліфтів

Останнім часом підшипники кочення є основними видами опор у транспортних засобах. Широке використання підшипників кочення для опор різних обертових елементів обумовлене деякими перевагами у порівнянні з іншими видами опор. Це такі переваги: а) малі втрати на тертя, що забезпечує високий ККД опор (до 0,99); б) висока несуча здатність; в) малі габаритні розміри в осьовому напрямі; г) незначні витрати мастильних матеріалів; д) невисокі вимоги до матеріалу та якості поверхонь цапф валів і осей, що розміщуються у підшипниках кочення. Разом з цим серед недоліків слід відзначити наступні: а) значні діаметральні габаритні розміри, що утруднює застосування їх при малих відстанях між осями валів; б) обмежений строк служби, особливо при великих навантаженнях та швидкостях; в) низька здатність демпфувати ударні навантаження; г) підвищений шум при високих швидкостях обертання.

Підшипники застосовують у електродвигунах приводу ліфта, дверей шахти та кабіни, редукторі на валу черв'яка, а також відхиляючих і поліспастичних блоках. Для блоків підшипники вибирають однорядні кулькові. Вихідними даними для вибору підшипників кочення є: величина та напрямок навантаження на підшипник (радіальне, осьове чи комбіноване); характер навантаження (постійний, змінний, вібраційний, ударний); навколишнє середовище (температура, вологість, запиленість, кислотність); особливі вимоги, що пред'являються до конструкції механізму, для якого призначається підшипник; допустимий клас точності та сполучена з ним оптимальна вартість. Відносно особливих вимог, то для ліфтів нормальної конструкції вони не потребуються. При виборі підшипників для осей блоків осьове навантаження відсутнє.

У пасажирських ліфтах для загальної характеристики та подальшого використання при розрахунках слід визначати номінальну вантажопідйомність

$Q_{ном}$  за принципом вільного заповнення кабіни. Для цього користуються графіком ПУЕБЛ (рис 2.2), виходячи з корисної площі підлоги кабіни  $S = A \times B$ , м<sup>2</sup>.

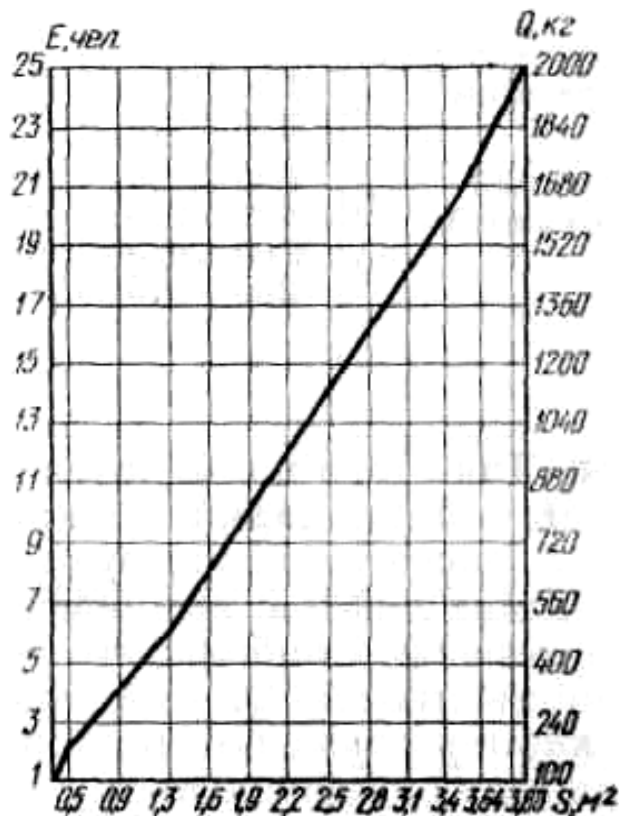


Рис. 2.2 – Графік для визначення номінальної вантажопідйомності ліфта

Найбільш навантаженим є блок кабіни, розміщений у верхньому блочному приміщенні. Якщо на відхиляючому блоку – навантажена кабіна, то розрахункове радіальне навантаження на один підшипник

$$R_1 = 1,2(Q+K+T) \sin (\gamma/2), \quad (2.20)$$

а при роботі ліфта без навантаження радіальна сила на підшипник дорівнює

$$R_2 = 1,2(K+T) \sin (\gamma/2), \quad (2.21)$$

де

$T$  – вага тягових канатів,  $T = q_k \cdot l$ , Н;

$q_k$  – погонна вага тягового каната на 1 м, Н/м;

$l$  – довжина канату, м;

$\gamma$  – кут, який створюється з вертикаллю відрізком прямої, що з'єднає центри канатного ведучого шківів та блоку, та приймаємо  $\gamma \approx 44^\circ$ , 1,2 – динамічний коефіцієнт.

Для приведенного навантаження  $Q_{\text{пр}}$  потрібно встановити закономірність змінення навантаження, на підставі якої визначають еквівалентне значення його

$$Q_{\text{екв}} = \sqrt[3]{(R_1^3 L_1 + R_2^3 L_2 + \dots + R_n^3 L_n) / L} \quad (2.22)$$

де

$R_1$  - постійне навантаження, що діє на протязі  $L_1$  годин, в частках від довговічності  $L$  підшипника (при розрахунку приймаємо  $L = 10000$  год. );

$R_2$  – навантаження, що діє на протязі  $L_2$  в частках від довговічності  $L$ , і т. п.

При розрахунку еквівалентного навантаження слід урахувувати, що в ліфтах повне навантаження використовується в короткий період часу пик. Приймаємо роботу ліфта з використанням повного навантаження  $0,3L$ , половини навантаження  $0,5L$  і без навантаження  $0,2L$ .

Якщо  $Q_{\text{екв}}$  визначена, тоді приведене навантаження підшипників блока кабіни

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{екв}} \cdot K_k \cdot K_T \cdot K_b, \quad (2.23)$$

де

$K_k$  – коефіцієнт обертання (при обертанні внутрішнього кільця  $K_k=1$ , при обертанні зовнішнього кільця  $K_k=1,2$ );

$K_T$  – температурний коефіцієнт, що залежить від робочої температури підшипника:

Робоча температура підшипника,  $С^\circ$ ...до 100 125 175 200 225 250 300 350

Коефіцієнт  $K_T$  ... 1,0 1,05 1,1 1,25 1,35 1,4 1,6 2,0

$K_b$  - коефіцієнт безпеки, що залежить від характеру роботи механізмів, обладнаних підшипниками (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Значення коефіцієнта  $K_6$  для різного характеру навантаження

Характер навантаження	Коефіцієнт $K_6$	Приклади
Спокійне без поштовхів	1	Ролики стрічкових транспортерів
Легкі поштовхи. Коротко-часні перевантаження до 125% від розрахункового навантаження	1 -1,2	Прецизійні зубчасті передачі, блоки, легкі вентилятори та повітрорудки
Помірні поштовхи та вібрації. Короткочасні перевантаження до 150% від розрахункового навантаження	1,3 -1,5	Редуктори усіх конструкцій
Теж, в умовах підвищеної надійності	1,5 -1,8	Центрифуги та сепаратори, енергетичне обладнання
Значні поштовхи та вібрації. Короткочасні перевантаження до 200% від розрахункового навантаження	1,9 -2,5	Валки середньосортних прокатних станів, куючі машини, зубчасті передачі 9-ої ступені точності
Із сильними ударами та короткочасним перевантаженням, що досягають 300% від розрахункового	2,5-3,0	Важкі куючі машини, валки крупно сортних прокатних станів, блюмінгів і лісопильні рами

При частоті обертання кільця підшипника  $n > 1 \text{ хв.}^{-1}$  останній вибирають за потрібною динамічною вантажопідйомністю  $C_{\text{потр}}$  (кН)

$$C_{\text{потр}} = Q_{\text{пр}}^3 \sqrt{60nL/10^6}, \quad (2.24)$$

де

$Q_{\text{пр}}$  – приведене навантаження підшипника, кН;

$L$  – потрібна чи бажана довговічність, годин;  $n$  – частота обертання блоку,

$$n = 60v/(\pi \cdot D_6), \text{ хв.}^{-1}.$$

По табл. 2.8 вибираємо підшипник, динамічна вантажопідйомність якого

$$C > C_{\text{потр}}.$$



Таблиця 2.8 – Кулькові радіальні підшипники

Умовне позначення	Внутрішн. діаметр d, мм	Дин.вантажопідйомність С, кН	Умовне позначення	Внутрішн. діаметр d, мм	Дин вантажопідйомність С, кН
Особливо легка серія 100					
104	20	7,21	107	35	12,2
105	25	7,75	108	40	12,9
106	30	10,2			
Легка серія 200					
204	20	9,81	210	50	27,0
205	25	10,8	211	55	33,0
206	30	15,0	212	60	40,3
207	35	19,7	213	65	44,0
208	40	21,5	214	70	47,9
209	45	25,2	215	75	50,9
Середня серія 300					
306	30	21,6	312	60	62,9
307	35	25,7	313	65	71,3
308	40	31,3	314	70	80,1
309	45	37,1	315	75	87,3
310	50	47,6	316	80	94,6
311	55	51,9			

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності 7.092202 «Електричний транспорт»./ Укл.: І.Г. Міренський, В.Х. Далека, Е. І. Карпушин. Харків: ХНАМГ, 2008. -57с.
2. Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. – М.: Высш. шк.,2003. -575с.
3. Павлине В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. – К.: Вища шк., 1993.- 556с.
4. Додонов Б.П., Лифанов В.А. Грузоподъемные и транспортные машины. – М.: Машиностроение, 1990. -248с.
5. Казак С.А., Дусье В.Е., Кузнецов Е.С. и др. Курсовое проектирование грузоподъемных машин. – М.: Высш. шк.,1989. – 319с.
6. Федосеев В.Н., Гончаров Г.К. Безопасная эксплуатация лифтов. – М.: Стройиздат, 1987. – 256с.
7. Александров М.П., Колобов Л.Н., Лобов Н.А. и др. Грузоподъемные машины. – М.: Машиностроение, 1986. – 400с.
8. Сергеев В.Т. Стальные канаты. – К.: Техніка, 1986. – 328с
9. Коросташевский Л.В., Штремель Г.Х., Лашков В.Д. Основы проектирования электромеханического оборудования и коммунальных предприятий, - М.: Высш. шк.,1981. -271с.
10. Есаков В.П. Электрооборудование и электропривод промышленных установок. – К.: Вища шк., 1981. – 248с.

**Форма титульного аркуша розрахунково – пояснювальної записки  
курсвого проекту**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Кафедра електричного транспорту  
Розрахунково – пояснювальна записка  
до курсвого проекту з дисципліни «Підйомно – транспортне та технологічне  
обладнання»

Прийняв  
посада, науковий ступінь  
викладача  
прізвище та ініціали

Виконав  
студент(ка) факультету  
ЕТ, 3 курсу, гр. СА - 2006  
прізвище та ініціали

Харків - 2010

# НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки  
до виконання курсового проекту  
та розрахунково-графічної роботи  
з дисципліни

## "ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ"

(для студентів 3 курсу денної та 3 і 4 курсу заочної форм навчання напрямку  
підготовки 6.050702 – «Електромеханіка»)

Укладачі: **ФАТЕЄВ Віктор Миколайович,**  
**ШАВКУН В'ячеслав Михайлович**

Відповідальний за випуск *О. В. Кульбашиний*

Редактор *З. І. Зайцева*  
Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2010, поз. 193М

---

Підп. до друку 21.12.2010  
Друк на ризографі.  
Зам. №

Формат 60 x 84/16  
Ум. друк. арк. 1,6  
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювачі  
Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4064 від 12.05.2011р.