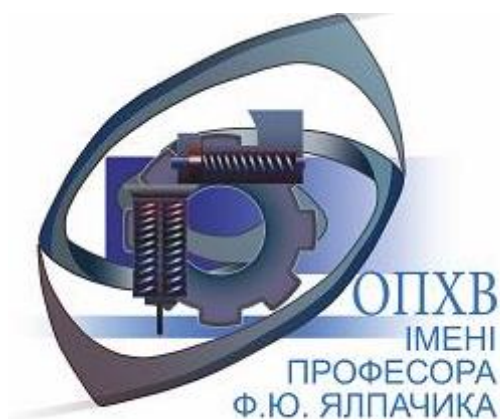


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**



**Кафедра ОПХВ
імені професора Ф.Ю. Ялпачика**

**Лабораторна робота №5
ВИВЧЕННЯ І ВИБІР ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ
МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ**

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни

«Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання»

спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітній рівень БАКАЛАВР

Мелітополь

2019

Вивчення і вибір вантажопідйомних механізмів для монтажу обладнання. Методичні вказівки для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» Освітній рівень БАКАЛАВР – Таврійський державний агротехнологічний університет, кафедра ОПХВ імені професора Ф.Ю. Ялпачика. Оновлена редакція 2019р.- 26 с.

Розробили: ст. викл. Циб В.Г.

асист. Пупинін А.А.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій проектування ім. В.М. Найдиша Мацулевич О.Є.

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри ОПХВ імені професора Ф.Ю. Ялпачика

Протокол № 10 від 03.01.2019р.

Рекомендовано методичною комісією факультету «ІКТ»

Протокол № 6 від 31.01 2019 р.

.

Лабораторна робота №5

ВИВЧЕННЯ І ВИБІР ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ МОНТАЖУ ОБЛАДНАННЯ

Мета роботи: отримання знань за призначенням, пристроєм, вибору і розрахунку вантажопідйомних механізмів що використовуються при монтажі обладнання.

1.1 Завдання для самостійної підготовки до роботи

- повторити:

1. Види, типи і характеристики підйомних механізмів (курс дисципліни «Підйомно-транспортні машини»);
2. Вибір і розрахунок основних елементів оснащення такелажу

- знати:

1. Основні завдання підйомний-транспортних операцій при монтажі обладнання;
2. Комплекс засобів механізації при виконанні підйомний-транспортних операцій;
3. Основні схеми підйому вантажів в монтажні зони;
4. Методику розрахунку основних елементів оснащення такелажу;
5. Схеми стропування технологічного обладнання;
6. Схеми кріплення поліспастів;
7. Схеми кріплення відвідних блоків.

- вміти:

1. Розробляти схему строповки основних видів технологічного обладнання;
2. Розробляти схему підйому основних видів технологічного обладнання;
3. Виконувати розрахунок відповідальних елементів оснащення такелажу;
4. Розробляти схеми кріплення поліспастів і відвідних блоків.

1.2. Питання для самоперевірки:

1. Які є матеріально-технічні ресурси і яка організація їх постачань на об'єкти монтажу?
2. Які є технічні засоби механізації підйомно-транспортних операцій?
3. Яке є обладнання, пристосування, інвентар, засоби малої механізації монтажних робіт і індивідуального захисту?
4. Яке є технічне забезпечення такелажів робіт?
5. Які вимоги до основних елементів оснащення такелажу?
6. Які методичні основи розрахунку навантажуваних елементів оснащення такелажу?
7. За якими ознаками прийнято класифікувати вантажопідйомні машини?
8. На які групи по режиму роботи розділяють вантажопідйомні машини?
9. Які запаси міцності приймають при розрахунку дротяних канатів?

Рекомендована література

1. Ялпачик Ф.Ю., Ломейко О.П. Практикум по курсу "Монтаж и пусконаладочення обладнання переробних підприємств". – Мелітополь: ТДАТА – 2007. – 70 с.
2. Гальперин Д.М. Монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности.- М.: Высшая школа, 1978. - 312с.
3. Илюхин В.В. Монтаж, наладка и ремонт оборудования предприятий мясной промышленности.- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1989. - 264с.

2. Вказівки до виконання роботи

2.1. Програма роботи:

- ознайомитися з видами такелажного оснащення для монтажу машин;
- провести ряд експериментальних досліджень по переміщенню обладнання лебідкою в зону монтажу на лабораторній установці;
- провести розрахунок вибраного оснащення такелажу.

2.2. Теоретичні положення

2.2.1 Засоби для переміщення, монтажу і випробування технологічного обладнання і інженерних комунікацій

До засобів для переміщення і монтажу обладнання і конструкцій в монтажній зоні відносять самохідні стріловидні крани (автомобільні, гусеничні, пневмоколісні), баштові, козлові крани, автонавантажувачі, трубоукладачі, трактори, автомобільні тягачі і причепи-тяжковози, транспортери на гусеничному ході. Підйом і установку технологічного обладнання виконують також за допомогою проектних (штатних) мостових кранів і електротельферів.

Монтажні блоки застосовують при підйомі і переміщенні вантажів (вантажні) і для зміни напрямку руху канатів (відведення). По конструкції блоки розділяють на одно- і багатороликові (до семи роликів). Однороликові блоки служать для підйому вантажу невеликої маси і як відведення. Багатороликові блоки використовують для пристрою поліспастів, призначених для підйому вантажів важкоатлетів. Однороликові блоки випускають без відкидної щоки і з відкидною щокою, що має шарнір у вигляді петлі. Багатороликовий блок складається з тяги з отворами для осі, на яку насаджені ролики. На траверсі поміщений вантажний крюк (скоба). Ролики відокремлені один від одного, а також від тяги щоками, що оберігають канат від сковзання з роликів. Між щоками встановлені втулки розпорів, які фіксують необхідну відстань для вільного обертання роликів. Всі деталі корпусу блоку сполучені на стягнутих болтах. Вантажний крюк вільно обертається навколо осі. При виборі найменшого діаметру блоку, що допускається, враховують діаметр каната і коефіцієнти, залежні від типу підйомного пристрою, режиму його експлуатації і конструкції каната. Діаметр роликів блоку повинен складати не меншого 16-20 діаметрів канату.

Поліспасти застосовують для виграшу в силі при підйомі і переміщенні вантажів, маса яких перевищує вантажопідйомність механізму. Поліс-

паст складається з підвісного блоку з крюком для вантажу і нерухомого блоку з сержкою для підвіски до опори. По роликах блоку пропущений канат, створюючий робочі нитки поліспасти. Нитка поліспасти, що йде на лебідку, називається такою, що збігає, а решта ниток — робочими. Вільний кінець каната закріплюють як на рухомому блоці, так і на нерухомому. Для підбору поліспасти необхідно знати масу вантажу, що піднімається, і вантажопідйомність лебідки, а також зусилля в канаті, що набігає на барабан лебідки, і коефіцієнти тертя, що виникають в підшипниках роликів блоків.

Стропом називають вантажозахватний пристрій для підвішування вантажів до крюків вантажопідйомних машин і механізмів і траверсів. Значна частина обладнання для підйому забезпечена спеціальними пристроями (рим-болтами, скобами, проушинами, крюками). Вантажні канатні стропи призначені також для строповки вантажів обв'язуванням.

Строп є відрізком сталевго каната (троса) або ланцюга, замкнутого в кільце або утворюючого петлю. Стропи і вантажні канатні випускають наступних типів (рис.1): 1 СК, 2СК, 3СК, 4СК - відповідно одно-, двух-, трьох-, чотирьохгілкові.

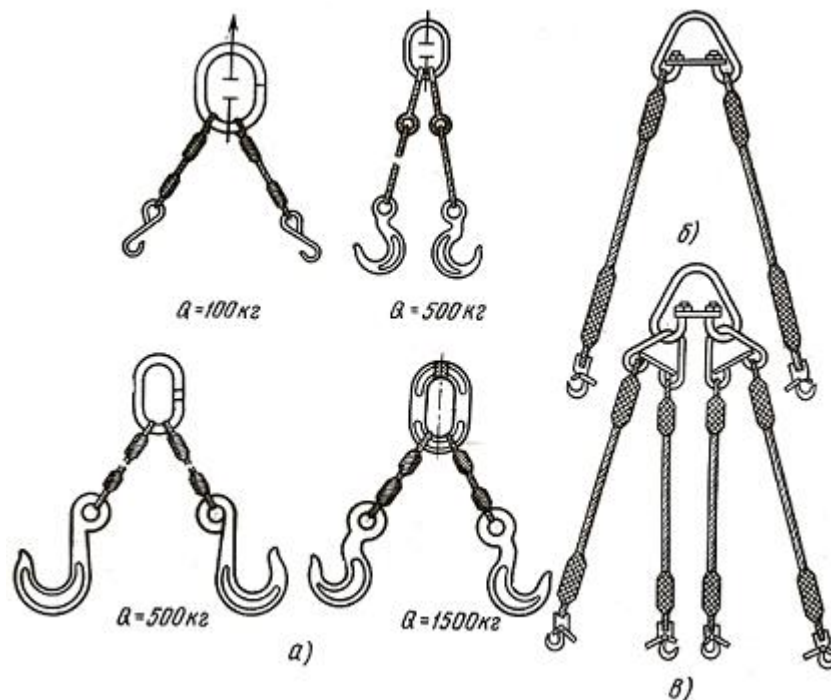


Рис.1. Стропи вантажні канатні:

а – двухгількові з корінним кільцем ; б – те ж, з підйомною скобою; в – чоти-
рьохгільковий з підйомною скобою

До допоміжних матеріалів, вживаних при монтажі, відносять болти, гайки, шайби, прокладки і набивочні, змащувальні, обтиральні і абразивні матеріали.

Самоанкеруючи болти для кріплення обладнання і металоконструкцій безпосередньо до чистих підлог без пристрою фундаментів є кріпленнями розтискного типу, при розклинюванні яких в навколишньому масиві створюються значна напруга стиснення і реактивний тиск, що утримує їх від висмикування. Ці болти застосовують для кріплення обладнання, що працює із статичними і незначними динамічними навантаженнями. Величина динамічних навантажень для болтів обмежується величиною коефіцієнта асиметрії циклу навантаження $\xi = 0,8$, визначуваного по формулі

$$\xi = P_{\min} / P_{\max} , \quad (1)$$

де $P_{\min}$ $P_{\max}$ - навантаження на болт при динамічній дії відповідно мінімальна і максимальна.

Мінімальне навантаження рівне зусиллю попереднього затягування, тобто $P_{\min} = V_z$

Максимальне навантаження

$$P_{\max} = V_z + xP_{\text{вн}} \quad (2)$$

де x - коефіцієнт основного навантаження, що характеризує приріст зусилля в болті від зовнішніх силових дій (при установці обладнання на чисту підлогу $x=0,45$);

$P_{\text{вн}}$ - зовнішнє навантаження (розрахункова) на болт, кг.

Зовнішнє навантаження на самоанкеруючи болти визначають по загальноприйнятій методиці розрахунку фундаментних болтів в груповому з'єднанні. Розрахунок ведуть для найбільш навантажених болтів. Діаметр d (у см) останніх визначають за номінальною площею поперечного перетину болта в його різьбовій частині F_n :

$$d = \sqrt{4F_n / \pi} \quad (3)$$

F_n розраховують по залежностям, що приймаються для затягнутих різьбових з'єднань:

$$F_n = P_{\max} / R_p^d = (V_z + xP_{\text{вн}}) / R_p^d, \quad (4)$$

V_z - зусилля затягування болта

(приймають рівним 100 Мпа (1000 кгс/см²))

R_p^d - розрахункова напруга, що допускається при розтягуванні (приймають рівними 140 Мпа (1400 кгс/см²)).

Для кріплення обладнання і опор до будівельних конструкцій застосовують самоанкеруючі болти типів І і ІІ. Довжина шпильок (у мм)

$$L = l + b + 2d \quad (8)$$

де l - глибина анкерівки, мм;

b - товщина опорної плити (лапи) обладнання, мм;

d - діаметр болта, мм .

Самоанкеруючий болт типу І складається з шпильки з конічною частиною і цанги, яка внизу має чотири подовжні прорізи. Верхня суцільна частина цанги служить для обмеження величини розпору. Діаметр різьблення для болтів М8 – М36.

Самоанкеруючий болт типу ІІ складається з шпильки з конічною частиною і розрізною трубчастою цанги з трьома подовжніми прорізами в нижній частині. Діаметр різьблення шпильки болта М12 – М24. Для установки цих болтів отвору діаметром до 16 мм просвердлюють за допомогою електричних ручних перфораторів мазкий ІЭ-4709 і ІЭ-4712, отвори діаметром до 10 мм - за допомогою електросвердлувальних ручних машин С-455, ІЭ-101, ЕР-16.

Для кріплення обладнання і металевих конструкцій до несучих будівельних конструкцій натомість традиційно вживаних фундаментних болтів і заставних металевих деталей використовують дюбели- втулки розпори. Останні є металевими виробами, що складаються з двох елементів - втулки

розпору з внутрішнім різьбленням і чотирма прорізами і конічного елементу, що встановлюється в отвір втулки. Втулку розпору потовщеним кінцем встановлюють в отвір, заздалегідь пробурений в матеріалі будівельного елементу. Потім в отвір втулки розпору поміщають конічний елемент. При цьому відбувається розсовування конічної частини втулки і її вмикання в стінки отвору несучого будівельного елементу. Обладнання або металеві конструкції закріплюють за допомогою стандартних болтів або шпильок, угвинчених в різьбові отвори відповідних втулок розпорів.

Основним показником дюбелів-втулок розпорів є розрахунковий опір дії осевих розтягуючих навантажень. Величина цього показника для кожного розміру різьблення дюбеля-втулки розпору рівна значенню розрахункового опору розтягуванню відповідного фундаментного болта. Металоемність дюбелів-втулок розпорів в 10-15 разів менше металоемності відповідних фундаментних болтів.

2.2.2 Переміщення обладнання і конструкцій в межах підприємства, що будується або реконструюється

До початку робіт такелажів на монтажному майданчику повинні бути споруджені дороги, що ведуть до монтажної зони, влаштовані під'їзди від залізничних колій до майданчиків для укрупненої збірки і підйому технологічного обладнання. До початку використання стріловидних самохідних кранів вмонтовують виносні майданчики в монтажних отворах багатоповерхових будівель підприємств, що будуються (що реконструюються).

Найбільш продуктивним і поширеним є переміщення обладнання, конструкцій і монтажних заготовок механізованим способом з використанням автотранспорту, навантажувачів, тракторів і трейлерів, а також підйом і установка його в проектне положення за допомогою штатних мостових кранів і електротельферів, самохідних стріловидних і козлових кранів. Переміщення вантажів здійснюють за допомогою лебідок.

Обладнання з складу подають на майданчик для укрупненої збірки і до місця монтажу автотранспортом або на спеціальних санях, рідше - на сталевому листі, що має відгин, за допомогою трактора або ТГС.

Для переміщення обладнання усередині цеху або відділення застосовують спеціальні візки вантажопідйомністю від 0,5 до 3 т з гумованими колесами. Візки пересувають уручну, а при великому навантаженні - навантажувачами або лебідками. Від майданчика для укрупненої збірки або з складу обладнання переміщає до місця установки автонавантажувачем липень гусеничним краном або за допомогою тракторів або лебідок (якщо неможливо використовувати тягач).

Тягове зусилля, необхідне для перевезення важкого обладнання, а також переміщення його лебідкою (у Н)

$$P = Q * f, \quad (5)$$

де Q - маса вантажу, включаючи сани або лист, т;

f - коефіцієнт тертя ковзання.

Тягове зусилля при перевезенні з підйомом більш 15°

$$P = Q * (\sin \alpha + f * \cos \alpha) \quad (6)$$

де α - кут підйому, рад (град).

При вугіллі $< \alpha 15^\circ$ значення $\cos \alpha$ близьке до 1 і формула (6) може бути спрощена:

$$P = Q * (\sin \alpha + f), \quad (7)$$

З огляду на те, що коефіцієнт тертя спокою в середньому в 1,5 разу більше коефіцієнта тертя руху, розрахункове тягове зусилля необхідно збільшити на 50% при зрушенні вантажу з місця:

$$P_{\text{дог}} = 1,5 * P.$$

Значення коефіцієнта f залежать від матеріалу дотичних поверхонь. Так, при поверхнях сталь по бетону $f = 0,45$, сталь по сталі $f = 0,15$, дерево по бетону $f = 0,5$.

При переміщенні обладнання на катках з труб необхідне тягове зусилля визначають по наступних формулах:

по горизонтальній поверхні

$$P = Q * (K1 + K2) / d ;$$

по похилій поверхні ($> 15^\circ$)

$$P = Q[\sin \alpha + \cos \alpha (K1 + K2) / d],$$

де d - діаметр катків, см; $K1$ і $K2$ - коефіцієнти тертя кочення відповідно між поверхнею кочення і катками і між катками і вантажем (для сталі по бетону 0,06; для сталі по сталі 0,05; для сталі по дереву 0,07).

При куту $< 15^\circ$ тягове зусилля

$$P = Q[\sin \alpha + (K1 + K2) / d].$$

По знайдених зусиллях P розраховують тяговий канат або полиспаст і підбирають тяговий механізм.

Для переміщення обладнання усередині будівлі найчастіше застосовують електричні і ручні лебідки важелів.

Для кріплення лебідок до будівельних конструкцій роблять підрахунок несучої здатності конструкції з урахуванням місця додатку навантаження і погоджують кріплення лебідки з проектною організацією або генпідрядником (замовником).

Зусилля, що перешкоджає горизонтальному зсуву лебідки

$$P = S - T_c, \tag{8}$$

де S - зусилля в канаті, що йде на барабан лебідки, Н;

T_c - сила тертя рами лебідки об опорну поверхню, Н.

$$T_c = (Q_n + Q_b) * f \tag{9}$$

де Q_n - маса лебідки, т; Q_b - маса баласту (якщо він є), т.

Для зміни напрямку руху тягового каната (троса), встановлюють відвідні блоки, які кріплять так, щоб канат тягової лебідки підходив до них в горизонтальному або близькому до горизонтального положенні. Відвідні блоки повинні бути встановлені від лебідки на відстані більшому двадцятикратної

довжини барабана лебідки. Кут сходу каната з лебідки повинен бути не меншого 0,105 рад (6 град), що забезпечує нормальне укладання каната на барабан.

Зусилля, що сприймається будівельними конструкціями в точці кріплення відвідного блоку, більше тягового зусилля лебідки

$$P = 2 * S_k * \cos \alpha / 2 \quad (10)$$

де S_k - натягнення каната, Н

α - кут між гілками каната, град (рад)

При використанні барабанних лебідок невеликої вантажопідйомності в умовах, де відсутні будівельні конструкції для їх закріплення, для сприйняття перекидаючого моменту застосовують баласт, що укладається на раму лебідки. Маса баласту для забезпечення стійкості лебідки (у т)

$$Q_b = K * \frac{P * h - Q_a * l}{l_1} \quad (11)$$

де K - коефіцієнт стійкості лебідки, що приймається рівним 2;

P - зусилля в канаті, що набігає на барабан лебідки, Н;

h - висота від низу рами лебідки до каната, що набігає на барабан, м;

l_1, l - відстань від ребра перекидання рами до осі, що проходить відповідно через центр тяжіння лебідки і через центр тяжіння баласту, м.

Для підйому вантажів, маса яких перевищує тягове зусилля лебідки (барабанною або важелем), використовують поліспасти, що дають виграш в силі (рис. 2).

Тягове зусилля, необхідне для переміщення візка з вантажем по похилих тимчасових рейкових шляхах

$$P = Q * (\sin \alpha + f_0 * \cos \alpha) \quad (12)$$

де Q - маса візка з вантажем, т;

α - кут нахилу рейкового шляху до горизонту;

f_0 - коефіцієнт тяги.

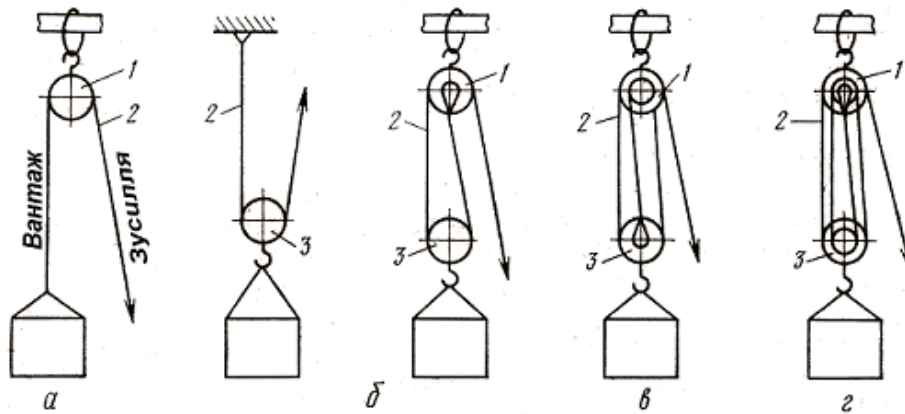


Рис. 2. Приклади використання системи поліспастів для підйому вантажів: *а* – без поліспаста; *б* – з використанням двократного поліспаста; *в* – з використанням триразового поліспаста; *г* – з використанням чотирикратного поліспаста; 1 – нерухомий блок; 2 – канат; 3 – рухомий блок.

$$f_{\sigma} = \frac{f * d - 2 * K}{D} \quad (13)$$

де f - коефіцієнт тертя ковзання в цапфах осей візка;

d - діаметр цапф осей візка, см;

K - коефіцієнт тертя кочення для коліс, рівний 0,05;

D - діаметр колеса, см.

Коефіцієнт тяги для візків з підшипниками кочення приблизно приймають рівним 0,01, з підшипниками ковзання - 0,02. Для зрушення візка з вантажем з місця розрахункове тягове зусилля збільшують на 50%.

Розрахунок міцності сталевих канатів проводять по методу коефіцієнтів запасу: максимальні розрахункові зусилля в гілках канатів визначають по нормативних навантаженнях (без урахування коефіцієнтів динамічності і перевантаження), множують на коефіцієнт запасу міцності і порівнюють з розривним зусиллям каната в цілому.

Розрахунок сталевих канатів на міцність проводять по формулі:

$$P_k / S \geq K_s, \quad (14)$$

де P_k - розривне зусилля каната в цілому, що приймається по сертифікату або по ГОСТу;

S - найбільше натягнення гілки каната (без урахування динамічних навантажень);

K_3 - коефіцієнт запасу міцності (для вантажних канатів з ручним приводом 4, з машинним 5-6; для поліспастів 3,5-5; для розчалок і відтяжок 3-5; для стропов 5-6)

Найбільше натягнення для канатів поліспаста, розчалок і стропів

$$S = \alpha * P;$$

$$S = P / \cos \alpha * n,$$

де P - розрахункове навантаження, прикладене до рухомого блоку поліспаста (розчалці, стропу);

α - кут між віссю дії розрахункового зусилля і гілкою каната;

n - загальне число гілок каната.

Сталеві канати слід призначати залежно від маркувальної групи їх по тимчасовому опору розриву і розривного зусилля.

Розрахунок стропів із сталевих канатів проводять з урахуванням числа гілок n і кута нахилу їх до вертикалі α по формулі

$$S = (1 / \cos \alpha) * (Q / n) = m(Q / n) \quad (15)$$

де S - натягнення галузь стропа;

Q - маса вантажу, кг;

m - коефіцієнт, при $\alpha = 0^\circ, 30^\circ$ і 45° рівний відповідно 1; 1,15 і 1,42.

При використанні навантажувачів слід враховувати, що їх вантажопідйомність для вантажів рівної маси, але різної ширини неоднакова, оскільки вона залежить від розташування центру тяжіння вантажу щодо переднього моста навантажувача.

Вантажопідйомність (у кН) навантажувача в даному випадку

$$G = M / [K(\alpha + l)] \quad (16)$$

де M - момент стійкості навантажувача ($M = Gn * e$; Gn - маса навантажувача, кН;

y - відстань від переднього моста навантажувача до горизонтальної проекції центру його тяжіння, м), що приймається рівним 10 - 12 кН*м;

K - коефіцієнт стійкості навантажувача ($K = 1,3-1,5$);

α - відстань від центру тяжкості вантажу до вертикальної стінки вилок, м;

l - відстань від осі переднього моста навантажувача до вертикальних стінок вилок, м (приводиться в технічному паспорті навантажувача).

Зависимість вантажопідйомності навантажувача від розташування центру тяжіння вантажу на вилках у вигляді графіка приводиться в технічному паспорті навантажувача, а також в кабіні або на його стрілі. Навантажувач для виробництва робіт такелажів і навантажувально-розвантажувальних вибирають виходячи з габаритів і маси переміщуваних вантажів.

2.2.3 Підйом і установка обладнання і конструкцій за допомогою оснащення такелажу

Підйом і установку обладнання і конструкцій за допомогою оснащення (стріл, монтажних щогл, поліспастів) такелажу виконують в окремих випадках, коли неможливо застосувати прогресивні і економічні вантажопідйомні машини і механізми.

При невеликих об'ємах робіт, пов'язаних з реконструкцією, технічним переозброєнням і капітальним ремонтом обладнання, на багатоповерхових підприємствах для підйому обладнання і конструкцій використовують переносні монтажні стріли. Стрілу можна повертати уручну в горизонтальній площині на кут до 180° (3,141 рад) або за допомогою стріловидного поліспа-ста у вертикальній площині, змінюючи виліт.

Стріли необхідно перевіряти на навантаження, що виникають при їх роботі залежно від розташування монтажної стріли і стріловидного поліспаста щодо горизонтальної площини.

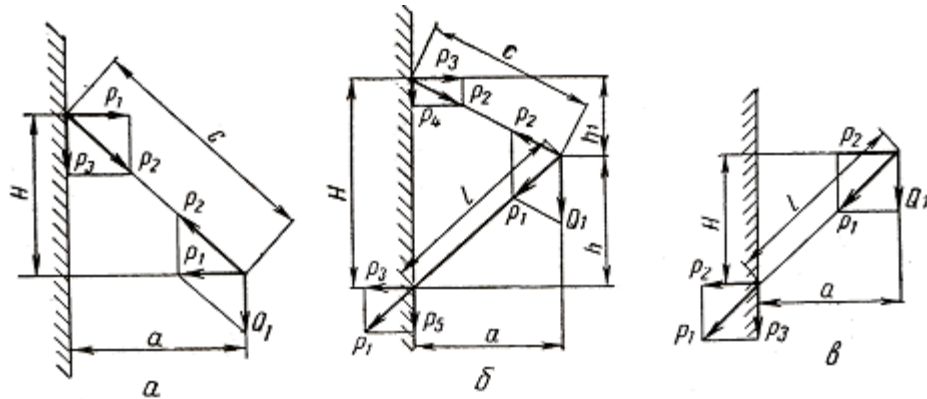


Рис.3. Розрахункові схеми підйому вантажу: *а* - стріла горизонтальна, стріловидною поліспаст нахилений; *б* - стріла і стріловидний поліспаст нахилені; *в* - стріла нахилена, стріловидною поліспаст горизонтальний.

При горизонтальному розташуванні стріли і похилому розташуванні стріловидного поліспаста (рис.3 *а*) сумарне навантаження на оголовок стріли (т):

$$Q = q_1 k + q_n + q'_n / 2 + q_{сmp} / 2 \quad (17)$$

де q_1 - маса вантажу, що піднімається, т;

k - коефіцієнт динамічності ($k = 1,1$);

q_n - маса вантажного поліспаста, т;

q'_n - маса стріловидного поліспаста, т;

$q_{сmp}$ - маса стріли, т.

Зусилля в стрілі P_1 знаходиться в наступній залежності від сумарного навантаження Q :

$$P_1 = Qa / H, \quad (18)$$

де a - виліт стріли, м; H - відстань від місця кріплення стріли до точки кріплення стріловидного поліспаста, м.

Зусилля в стріловидному поліспасті

$$P_2 = Qc / H \quad (19)$$

$$\text{де } c = \sqrt{a^2 + H^2}$$

Вертикальна реакція в точці кріплення стріловидного поліспада $P_3=Q$. Сумарна вертикальна реакція в точці підвісу стріловидного поліспада

$$N_1 = P_3 + S_1 \quad (20)$$

де S_1 - зусилля в збігаючій нитки стріловидного поліспада.

Сумарне зусилля, що стискає стрілу

$$N_2 = P_1 + S_2 \quad (21)$$

де S_2 - зусилля в збігаючій нитці вантажного поліспада.

У разі, коли монтажна стріла і стріловидний поліспад нахилений (рис. 3 б), сумарне навантаження Q на оголовок стріли визначають по формулі (17). Зусилля в стрілі від навантаження Q

$$P_1 = Ql / H \quad (22)$$

де l - довжина стріли, м.

Зусилля в стріловидному поліспаді P_2 розраховують по формулі (19), в якій

$$c = \sqrt{a^2 + h_1^2} .$$

де h_1 - відстань по вертикалі від оголовка стріли до точки кріплення стріловидного поліспада, м :

$$h_1 = H - h . \quad (23)$$

тут h - відстань по вертикалі від оголовка стріли до точки кріплення стріли, м.

$$h = \sqrt{l^2 - a^2} . \quad (24)$$

Горизонтальна складова реакції в крапці підвісу стріловидного поліспада рівна горизонтальній складовій в опорі стріли:

$$P_3 = Qa / H . \quad (25)$$

Вертикальна складова реакції в крапці підвісу стріловидного поліспада

$$P_4 = Qh_1 / H . \quad (26)$$

Сумарна вертикальна реакція в точці кріплення стріли (п'яті стріли)

$$P_3 = Qh/H + Qc/2 + S_2 \quad (27)$$

Сумарна вертикальна реакція в точці підвісу стріловидного поліспада

$$N_1 = P_4 + S_1. \quad (28)$$

Сумарне зусилля, що стискає стрілу

$$N_2 = P_1 + S_2. \quad (29)$$

Якщо монтажна стріла нахилена, а стріловидною поліспада горизонтальний (рис.3, в), сумарне навантаження на оголовок стріли і зусилля в стрілі визначають аналогічно варіанту з похилим розташуванням стріли і стріловидного поліспада (див. рис. 3, б).

Зусилля в стріловидному поліспасте P_2 знаходять по формулі (19). Вертикальна реакція в точці кріплення стріли $P_3 = Q$. Сумарна вертикальна реакція в точці кріплення стріли

$$P_4 = P_3 + Qc/2 + S_2. \quad (30)$$

Вертикальна реакція в кінці підвісу стріловидного поліспада $N_1 = S_1$.

Сумарне зусилля, що стискає стрілу

$$N_2 = P_1 + S_2 \quad (31)$$

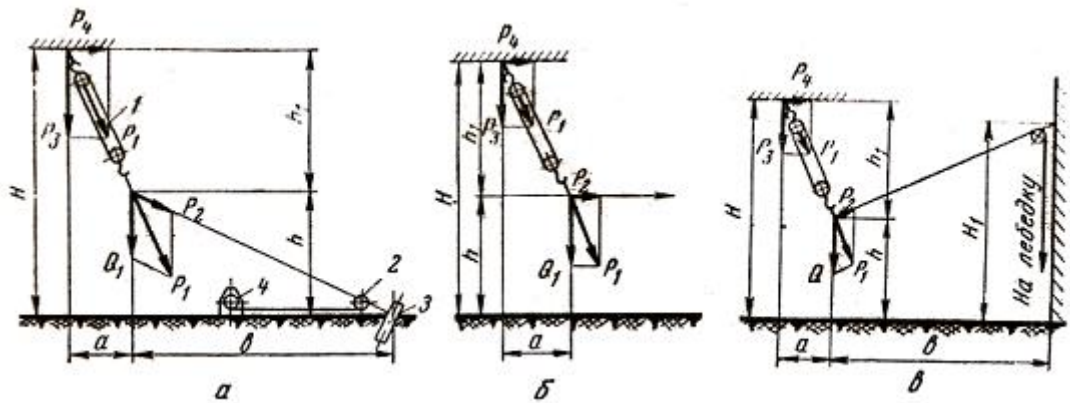


Рис.4. Схема підйому вантажу за допомогою поліспада, підвішеного до будівельних конструкцій

a - відтяжка направлена вниз (1 – поліспаст; 2 – відвідний блок; 3 – якір; 4 – барабанна лебідка) ; *б* – відтяжка розташована горизонтально; *в* - відтяжка направлена вгору.

При підйомі вантажів одним поліспастом, підвішеним до будівельних конструкцій, з відтяжкою його під час роботи зусилля у вантажному поліспасті, вертикальну і горизонтальну складові реакцій в точці його підвісу визначають залежно від напрямку відтяжки. Коли відтяжка направлена вниз (рис. 4, а), зусилля у вантажному поліспасті

$$P_1 = q_1 b \sqrt{a^2 + h_1^2} / (bh_1 - ah) . \quad (32)$$

де q_1 - маса вантажу, що піднімається, з урахуванням маси оснащення такелажу, т;

b - відстань по горизонталі від точки кріплення відтяжки до вантажу до якоря відтяжки при максимальному зусиллі у відтяжці, м;

a - відстань по горизонталі від точки підвісу вантажного поліспаста до точки кріплення відтяжки до вантажу при її максимальному значенні, м;

h_1 - відстань по вертикалі від точки підвісу вантажного поліспаста до точки кріплення відтяжки до вантажу при її максимальному значенні, м ;

h - відстань по вертикалі від точки кріплення відтяжки до вантажу до поверхні землі (підлоги), м.

Зусилля у відтяжці

$$P_2 = q_1 a \sqrt{b^2 + h_1^2} / (bh_1 - ah) . \quad (33)$$

Вертикальна складова реакції

$$P_3 = P_1 h_1 \sqrt{a^2 + h_1^2} . \quad (34)$$

Горизонтальна складова реакції в крапці підвісу вантажного поліспаста

$$P_4 = P_1 a \sqrt{a^2 + h_1^2} . \quad (35)$$

При горизонтальному розташуванні відтяжки (рис. 4, б) зусилля у вантажному поліспасті

$$P_1 = Q \sqrt{a^2 + h_1^2} / h_1 . \quad (36)$$

Зусилля у відтяжці

$$P_2 = q_1 a / h_1 . \quad (37)$$

Вертикальна складова реакції $P_3 = q_1$, а горизонтальна реакція P_4 , що становить, в точці підвісу вантажного поліспасти визначається по формулі (37).

Коли відтяжка направлена вгору (рис 4, в), зусилля у вантажному поліспасті

$$P_1 = q_1 b \sqrt{a^2 + h_1^2} / [a(H_1 - h) + bh_1] . \quad (38)$$

де H_1 - відстань по вертикалі від поверхні землі (підлоги) до точки кріплення відвідного блоку відтяжки, м:

Зусилля у відтяжці

$$P_2 = q_1 a \sqrt{b^2 + (H_1 - h_1)^2} / [a(H_1 - h) + bh_1] . \quad (39)$$

Вертикальну P_3 і горизонтальну P_4 реакції, що становлять, в точці підвісу вантажного поліспасти визначають по формулах (34) і (35).

При підйомі обладнання і конструкцій монтажними щоглами (коли неможливо використовувати крани) необхідно дотримувати правильність складання розрахункової схеми і визначення зусиль в оснащенні; вибрати висоту і нахил щогли, що забезпечують зазор близько 500 мм в світлу між вантажем, що піднімається, і самою щоглою при верхньому положенні вантажу; підібрати вантажопідйомність верхнього і нижнього блоків вантажних поліспастів, а також відвідних блоків відповідно до максимальних фактичних зусиль, що виникають при підйомі вантажу; вибрати тип, діаметр, довжину і розривне зусилля канатів з урахуванням нормативних коефіцієнтів запасу міцності, а також кріплення канатів до осей і проушин; визначити місце прив'язки нижнього відвідного блоку і його положення; вибрати лебідку за типом, вантажопідйомністю, канатоємністю і її положення; визначити конструкцію пристрою підстави під щоглу і лебідки з урахуванням максимального допустимого і питомого тиску на ґрунт; вказати місця строповки вантажу і можливість їх розстроповки після підйому і установки; визначити місця роз-

ташування і вантажопідйомність якорів; розробити вказівки про порядок виробництва праць за даною схемою підйому обладнання або конструкцій.

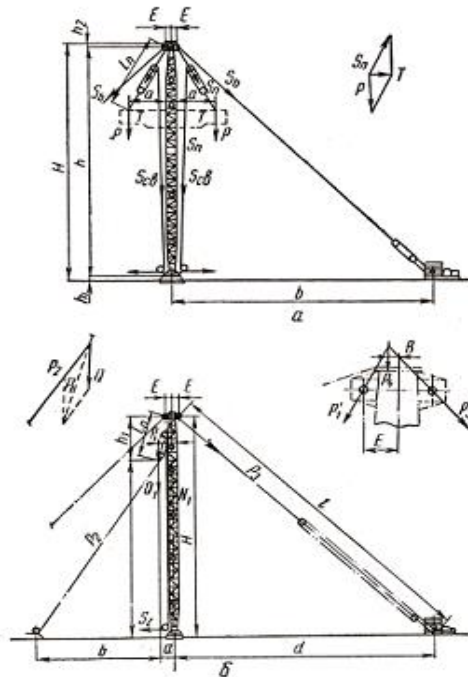


Рис.5. Схема підйому вантажу вертикальною монтажною щоглою:

a – при симетричному навантаженні (S_{cb} - зусилля в збігаючій гілці поліспасти; S_n - зусилля в поліспасті; S_e - зусилля у ванті; l_n - довжина поліспасти); *б* – при консольному навантаженні з відтяжкою вантажу (S_e - зусилля в горизонтальній гілці до якоря)

При підйомі вантажів щоглою (рис. 5, *a*), що вертикально стоїть, необхідно правильно визначити центр тяжіння вантажу, що піднімається; врахувати при розрахунку можливе перевантаження на одну сторону в 20%; врахувати при виборі вант і якорів навантаження, що виникають при підйомі самої щогли, і розрахунок вести по найбільшому навантаженню, що доводиться на оснащення такелажу (вітрове навантаження приймати при неробочому стані, а при робочому стані — з урахуванням перевантаження на одну сторону в 20%).

При підйомі вантажів щоглою, що вертикально стоїть, при її консольному навантаженні з відтяжкою вантажу (рис. 5, *б*) основну робочу ванту закріплюють за основну вісь консолі щогли. Задня ванта, осі щогли і поліспаста і відтяжки знаходяться в одній площині. Якщо задню ванту не можна роз-

ташувати в цій площині, слідує дві задні ванти встановити симетрично щодо вказаної площини.

Вантажопідйомність якоря задньою ванті і зусилля в задній ванті визначають по найбільшому зусиллю, що виникає при підйомі вантажу з урахуванням дії відтяжки і вітрового навантаження робочого стану. Зусилля в передній і бічних вантах і вантажопідйомність якорів відповідних вант обчислюють по вітровому навантаженню неробочого стану з урахуванням попереднього натягнення і власної маси гвинт.

Оснащення такелажу розраховують таким чином. Сумарне розрахункове навантаження на металоконструкції монтажної щогли з урахуванням коефіцієнта динамічності

$$Q_p = q_1 K + q / 2 . \quad (40)$$

де q_1 - маса вантажу т;

K - коефіцієнт динамічності (зазвичай 1,1);

q - маса вантажного поліспада, кг.

Сумарне розрахункове навантаження на верхній блок вантажного поліспада і ванти без урахування коефіцієнта динамічності

$$Q_p = q_1 + q / 2 , \quad (41)$$

Сумарна вертикальна складова від попереднього натягнення вант

$$P_0 = (S_1 n H) / l , \quad (42)$$

де S_1 - зусилля попереднього натягнення однієї ванті;

n - число вант монтажної щогли;

H - висота монтажної щогли, м;

l - довжини ванті, м.

$$l = \sqrt{H^2 + a_1^2} . \quad (43)$$

Зусилля попереднього натягнення бічних вант знаходиться в наступній залежності від вантажопідйомності монтажної щогли.

Вантажопідйомність монтажної щогли, т	10	15	20	25	30	40	50
Зусилля попереднього натягнення бічних вант, т	1,5	1,5	1,5	2	2	3	3

Зусилля у вантажному поліспасті

$$P_1 = Q_p b \sqrt{a^2 + h_1^2} / (bh_1 - a_1 h) \quad (44)$$

де b - відстань від якоря відтяжки до вертикальної осі вантажу, м;

a_1 - відстань до якоря відтяжки вантажу від осі монтажної щогли, м;

h_1 - висота від горизонтальної осі оголовка монтажної щогли до точки підвісу вантажу, м ;

h - висота від рівня земля до точки підвісу вантажу, м.

Зусилля, що діє на оголовок щогли

$$P'_1 = Q'_p P_1 / Q_p \quad (45)$$

де Q'_p - розрахункове навантаження на оголовок щогли.

Зусилля у відтяжці

$$P_2 = Q_p a \sqrt{b^2 + h^2} / (bh_1 - ah) . \quad (46)$$

Зусилля в робочій ванті

$$P_3 = P_1 a l \sqrt{a^2 + a_1 h_1^2} \quad (47)$$

де a_1 - відстань від вертикальної осі монтажної щогли до осі якорів вант, м.

Зусилля, що діє на оголовок монтажної щогли від робочої вант

$$P'_3 = Q'_p P_3 / Q_p . \quad (48)$$

Зусилля в монтажній щоглі від натягнень вантажного поліспаста і вант, що знаходиться в площині вантажу і відтяжки

$$P_4 = P'_1 h_1 / \sqrt{a^2 + h^2} + P'_3 H / l \quad (49)$$

Зусилля в підставі щогли

$$N_1 = P_4 + q_m + P_0 \quad (50)$$

де q_m - маса монтажної щогли, т.

Сумарне зусилля в середині висоти щогли

$$N_2 = P_4 + q_m / 2 + P_0 + S_2 \quad (51)$$

де S_2 - зусилля в збігаючій нитці вантажного поліспада.

Мінімально допустимий діаметр сталевго каната слід вибрати за стандартом на сортамент відповідної конструкції каната по розрахунковому розривному зусиллю в цілому (у Н):

$$R_T = SK_3 \quad (52)$$

де S - найбільше розтягуюче зусилля в гілці при вітку каната, Н;

K_3 - коефіцієнт запасу міцності.

Розривне зусилля каната R , вибраного по стандарт на сортамент відповідної конструкції каната, повинне бути не менш розрахункового R_T . Значення K_3 канатів монтажних лебідок і поліспастів слід приймати залежно від співвідношення діаметрів канатного блоку, зміряного по дну канавки, або барабана (D) і каната (d) : при D/d від 12 до 15-3,5 ; при D/d понад 15-3.

Значення K_3 залежно від призначення каната приводу і режиму його роботи приведені в додатку А. Співвідношення діаметрів D/d відповідних канатних блоків для багатогілкових нерегульованих по довжині під навантаженням расчалок повинно бути не менше 10.

2.3 Опис лабораторного місця

- 1) Консальний кран;
- 2) Лабораторна установка для виконання дослідів по переміщенню технологічного обладнання;
- 3) Дерев'яний і залізобітонний щити, стальний лист;
- 4) Рекомендована література.

2.4. Оформлення звіту

В процесі виконання роботи студент готує звіт по роботі входить інформація відповідно до програми роботи.

Оформлення звіту проводиться відповідно до вимог «Методичні рекомендації по оформленню дипломних і курсових проектів (робіт) ТГАТА» і вимогами ГОСТ2.105-96 «Загальні вимоги до текстових документів». Звіт виконується на аркушах формату А4 (з однією сторони) і підшивається окремо від інших звітів лабораторних робіт по дисципліні.

Звіт повинен містити:

- 1) номер, назва і мета роботи;
- 2) теоретичні відомості про такелажне оснащення;
- 3) результати експериментальних досліджень по переміщенню обладнання лебідкою в зону монтажу;
- 4) розрахунки тягового зусилля при переміщенні обладнання лебідкою при різних кутах та поверхнях.

Примітки:

1. Звіт, що не відповідає вимогам до оформлення звіту, до захисту не допускається.
2. Матеріал роботи входить у відповідні модулі, а ступінь засвоєння матеріалу контролюється при здачі звіту.

Значення коефіцієнта запасу міцності сталевих канатів

Призначення каната	Привід і режим роботи	Коефіцієнт запасу міцності K_s
Вантажний канат кранів, лебідок, поліспастів	Ручною	4,5
	Машинний:	
	легкий	5,0
	середній	5,5
	важкий	6,0
Стропи	Стропи, що мають на кінцях інвентарні деталі кріплення до вантажів і для строповки вантажів масою більше 50 т	6,0
	Стропи, що закріплюються на вантажі обв'язуванням і для строповки вантажів масою до 30 т	8,0
Ванти і відтяжки		3,5

