

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чернігівський національний технологічний університет
Кафедра зварювального виробництва та автоматизованого
проектування будівельних конструкцій

БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА

методичні вказівки до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності 192 “Будівництво та цивільна
інженерія”

Затверджено на засіданні
кафедри зварювального виробництва
та автоматизованого проектування
будівельних конструкцій
Протокол № 5 від 15.11.2016 року

Чернігів ЧНТУ 2016

Будівельна техніка. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Укл. Олексієнко С.В., Болотов М.Г. – Чернігів: ЧНТУ, 2016. – 40 с.

Укладач: Олексієнко Сергій Владиславович, кандидат технічних наук, доцент
Болотов Максим Геннадійович, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск: Ірина Олександрівна Прибисько, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри зварювального виробництва та автоматизованого проектування будівельних конструкцій

Рецензент: Болотов Геннадій Павлович, доктор технічних наук, професор кафедри зварювального виробництва та автоматизованого проектування будівельних конструкцій Чернігівського національного технологічного університету

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
1 Лабораторна робота №1. Ознайомлення з технічними характеристиками будівельних машин.....	5
2 Лабораторна робота №2. Лебідки. Визначення основних параметрів вантажопідйомної лебідки	13
3 Лабораторна робота №3. Поліспасти.....	18
4 Лабораторна робота №4. Гнучкі вантажні органи.....	23
5 Лабораторна робота №5. Дослідження конструкції гідравлічного домкрата з ручним приводом.....	28
6 Лабораторна робота №6. Вантажні автомобілі.....	32
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	37
ДОДАТОК А.....	38
ДОДАТОК Б.....	39

ПЕРЕДМОВА

Сучасне виробництво будівельних конструкцій тісно пов'язане з використанням технічних засобів механізації та автоматизації, потреба в яких все більше зростає у зв'язку із підвищенням вимог до швидкості виготовлення конструкції та економії матеріальних і трудових ресурсів. Будівельні машини охоплюють практично всі етапи різноманітних будівельних процесів. Так, виробничий цикл зведення будівель та споруд різного призначення являє собою складний комплекс тісно пов'язаних між собою операцій, в яких механізована техніка і будівельні машини задіяні на підготовчих етапах будівництва, етапах виготовлення, завантаження, транспортування та вивантаження будівельних матеріалів та на всіх видах монтажних-укладальних робіт та ремонтних робіт.

Даний цикл лабораторних робіт допоможе студентам більш глибоко засвоїти теоретичний матеріал, отримати основні відомості про будівельні машини, що використовуються для організації механізованого виробництва будівельних робіт та оволодіти методикою їх вибору і основами експлуатації.

Теоретичною базою для виконання лабораторних робіт є знання, отримані при вивченні наступних предметів: “Будівельна механіка”, “Технологія будівельних процесів”, “Підйомно-транспортні будівельні машини та обладнання”. Знання, отримані в ході вивчення даного предмету, стануть в нагоді при засвоєнні таких основоположних для інженерів-будівельників предметів як “Технологія будівельного виробництва” і “Організація будівництва”.

1 Лабораторна робота №1

ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ТЕХНІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Мета роботи – ознайомитися з основними напрямками розвитку будівельних машин, характеристиками приводів і силового устаткування

1.1 Інформація для самостійної підготовки

До найбільш характерних напрямків розвитку будівельного й дорожнього машинобудування відносяться:

- 1) підвищення в економічно виправданих межах одиничної потужності машин та устаткування;
- 2) гідрофікація машин шляхом заміни механічних приводів гідромеханічними й гідрооб'ємними приводами;
- 3) автоматизація систем керування, контролю й забезпечення безпеки роботи машин на основі застосування мікропроцесорної техніки й роботів;
- 4) зниження енергоємності машин, підвищення їх ресурсу й надійності;
- 5) підвищення вимог до ергономіки й технічної естетики машин та устаткування;
- 6) створення приводів з форсованими режимними характеристиками;
- 7) підвищення швидкостей руху, головним чином транспортних швидкостей, що також дозволяє збільшити продуктивність машин;
- 8) конструювання машин та устаткування з уніфікованих блоків-модулів, що дозволяє прискорити процес створення машини й скоротити час її простоїв у ремонтах;
- 9) широка уніфікація й стандартизація техніки з метою збільшення темпів її виробництва;
- 10) збільшення номенклатури змінних робочих органів для розширення області застосування машин даного типу;
- 11) створення мобільних машин на короткобазних шасі, що дозволяє покращити їхню маневреність;
- 12) установка на машинах потужніших двигунів; це, як правило, пов'язане зі збільшенням загальної маси й габаритних розмірів машини;
- 13) створення машин, що працюють по дводвигунівій схемі (наприклад, дводвигунові скрепери), коли один двигун встановлюється на тягачі, а інший на причепі.
- 14) з'єднання двох і більше машин в один агрегат за схемою “тандем” або “катамаран”; при використанні першої схеми машини встановлюють одну за іншою таким чином, що машина, яка йтиме позаду, штовхатиме ту, що йде попереду й у такий спосіб тягові зусилля всіх машин підсумовуються.

За такою схемою працюють, зокрема, скреперні поїзда. Агрегати, складені за схемою “катамаран” складаються із двох паралельних тракторів, зв’язаних між собою загальним робочим органом, наприклад, відвалом.

За схемою “катамаран” працюють бульдозери (у США фірмою “Катерпіллер” створений такий агрегат, що працює з бульдозерним відвалом шириною 12,2 м і висотою 1,8 м).

Привод – це сукупність силового устаткування, трансмісії й систем керування, що забезпечують приведення в дію механізмів машини й робочих органів. По системі приводів будівельні машини підрозділяються на машини із груповим і багатомоторним приводом. Додаткові вимоги визначаються режимом роботи машини, який в основному характеризується відношенням максимальних крутних моментів (навантажень) до середніх $T_{max}/T_{сер}$, відношенням максимальних частот обертання (швидкостей) до середніх $\omega_{max}/\omega_{сер}$, тривалістю часу включення привода (ПВ) у відсотках від загального часу роботи машини й кількістю включень у годину (КВ). Вид привода повинен відповідати умовам роботи машини.

Силове устаткування. У якості силового устаткування на будівельних машинах використовуються звичайно теплові двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), як правило дизельні, і рідше – карбюраторні. Потужність дизелів, що застосовуються на важких землерийно-транспортних машинах, досягає 1000...1200 кВт. Дизелі працюють на більш дешевому й менш токсичному паливі, мають відносно високий ККД (30...37%), порівняно невисоку питому вагу (3...4 кг/кВт) і витрату пального (0,210...0,250 кг/кВт·год.). Переваги дизелів особливо помітні при установці їх на машинах важкого класу.

Електродвигуни або гідромотори, що розвивають великий обертаючий момент (такі двигуни називаються *високомоментними*), вбудовують у колесо або установлюють поруч із ободом колеса без редуктора. В іншому випадку привод “мотор-колесо” складається із двигуна й редуктора зі звичайною або планетарною зубчастою передачею. У приводах з електродвигунами постійного струму енергія до їх підводиться від тягового генератора постійного струму.

Електродвигуни змінного струму, що живляться від електромережі напругою 380...220 В з нормальною частотою 50 Гц, конструктивно прості, значно дешевші, надійні і зручні в експлуатації, тому найширше застосовуються в якості силового устаткування на будівельних машинах.

Електродвигуни з короткозамкнутим ротором найбільш прості, надійні і зручні в управлінні. Ці двигуни не мають достатніх можливостей регулювання швидкостей залежно від навантаження. Тому найчастіше їх застосування обмежується невеликими потужностями – до 8...10 кВт.

Серед різних типів електродвигунів можна виділити також однофазний електромагнітний вібродвигун. Відрізняючись простотою конструкції і високою надійністю в роботі, електродвигун здійснює безпосереднє перетворення електромагнітної енергії в механічну з зворотно-поступальною ходою. Це визначає основну сферу їх застосування в молотках і перфораторах, а також як універсальні віброзбудники у віброживильниках, дозаторах, вібраційних насосах.

Найширше використовують двигуни постійного струму в екскаваторах середньої і великої потужності з ківшами місткістю від 4 м³ і більше.

Окрім двигунів внутрішнього згорання і електродвигунів до силового устаткування будівельних машин відносяться також комбіновані силові установки: ДВЗ-електрогенератор (забезпечує електропривод механізмів від автономного джерела енергії); ДВЗ (електродвигун)-гідронасос (забезпечує гідропривід механізму); ДВЗ (електродвигун)-компресор (компресорна установка), який забезпечує пневмопривод механізмів.

Новими елементами в цих установках є гідронасоси і компресори. Гідронасоси, що застосовуються в приводі будівельних машин, за способом подачі рідини підрозділяються на шестеренні (рис. 1.1, а), аксіально-поршневі (рис. 1.1, б) і лопастеві (рис. 1.1, в).

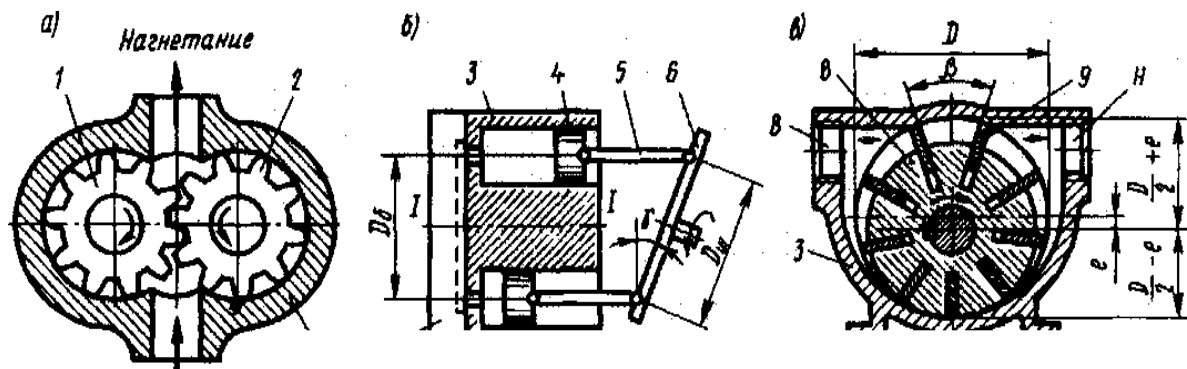


Рисунок 1.1 – Схеми гідронасосів

Шестеренні насоси (рис. 1.1, а) складаються з корпусу 3 і зубчастих коліс 1 і 2. Одне з коліс приводиться у рух від двигуна, другий, – обертається вільно на осі. Принцип роботи насосу заснований на тому, що зуби, входячи в зачеплення, засмоктують рідину з відповідної камери і виштовхують рідину з впадин між зубами в нагнітальну камеру. Шестеренні насоси мають постійну подачу рідини і працюють найчастіше в діапазоні 500...2500 хв.⁻¹

Ці насоси широко застосовуються в основному при тиску до 10 МПа і потужностях до 30...40 кВт.

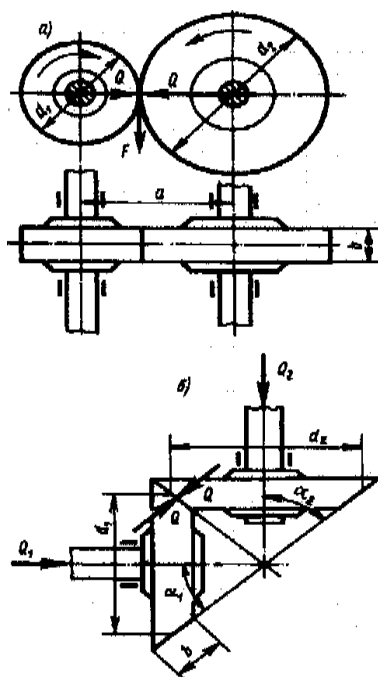
Принцип дії *аксіально-поршневого* насосу полягає в тому, що від валу насоса приводиться в обертання відносно осі I–I похила шайба 6 і пов'язані з нею шарнірно шатуни 5 поршнів 4, розташованих на діаметрі D_ш. внаслідок нахилу шайби до осі насоса її обертання викликає одночасно зворотно-поступальне переміщення поршнів в циліндрах.

При цьому за одну половину повороту шайби кожен поршень здійснює повний хід в одному напрямі, а за другу половину – здійснює хід у зворотному напрямі. За допомогою розподільвача при ході поршня вліво порожнина циліндра сполучається з лінією нагнітання гідросистеми, а при зворотному ході – з лінією всмоктування. Подача такого насосу залежить від кута нахилу шайби γ . У регульованих насосах кут γ змінюється за допомогою спеціальної системи управління, підтримуючи постійну потужність, що віддається насосом.

Трансмiсії – це пристрої, що забезпечують передачу руху від силової установки до виконавчих механiзмiв i робочих органiв машини. Вони дозволяють змiнювати по величинi i напрямку швидкостi, крутнi моменти i зусилля. За способом передачі енергiї трансмісії підрозділяють на механічні, електричні, гiдравлічні, пневматичні i комбiнованi.

Механічні трансмісії. Механічні передачі за принципом роботи поділяють на: передачі тертям з безпосереднім контактом тіл кочення (фрикційне) i з гнучким зв'язком (ремінні); передачі зачепленням з безпосереднім контактом (зубчасті i черв'ячні) i з гнучким зв'язком (ланцюгові).

Схеми простих фрикційних передач з постійним передаточним відношенням показані на рис. 1.2



a – з циліндричними катками; *б* – з конічними катками

Рисунок 1.2 – Схеми фрикційних передач з постійним передаточним відношенням

Проста ремінна передача (рис. 1.3) складається з ведучого i веденого шківiв i ременя, надітого на шківи з натягненням, i передавального окружнi зусилля за допомогою сил тертя. Ремені виконують плоскими 1, клиновими 2, поліклиновими 4 i круглого перетину 3. Необхідною умовою роботи ремінної передачі є натягнення ременя, яке повинне зберігатися в умовах експлуатації.

Зубчасті передачі. Ці механізми за допомогою зубчастого зачеплення передають або перетворюють рух із змiною кутових швидкостей i моментiв. Зубчасті передачі між паралельними осями (рис. 1.4, а...в, же) здійснюються циліндричними колесами з прямими, косими i шевронними зубами.

Для зубчастих коліс, що виготовляються в умовах дрібносерійного або індивідуального виробництва, за відсутності жорстких вимог до габаритів i маси застосовують сталі з твердістю HB 300...350.

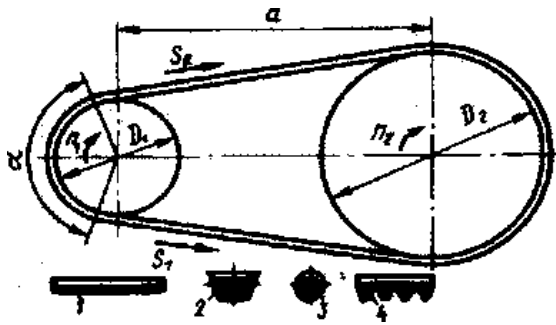
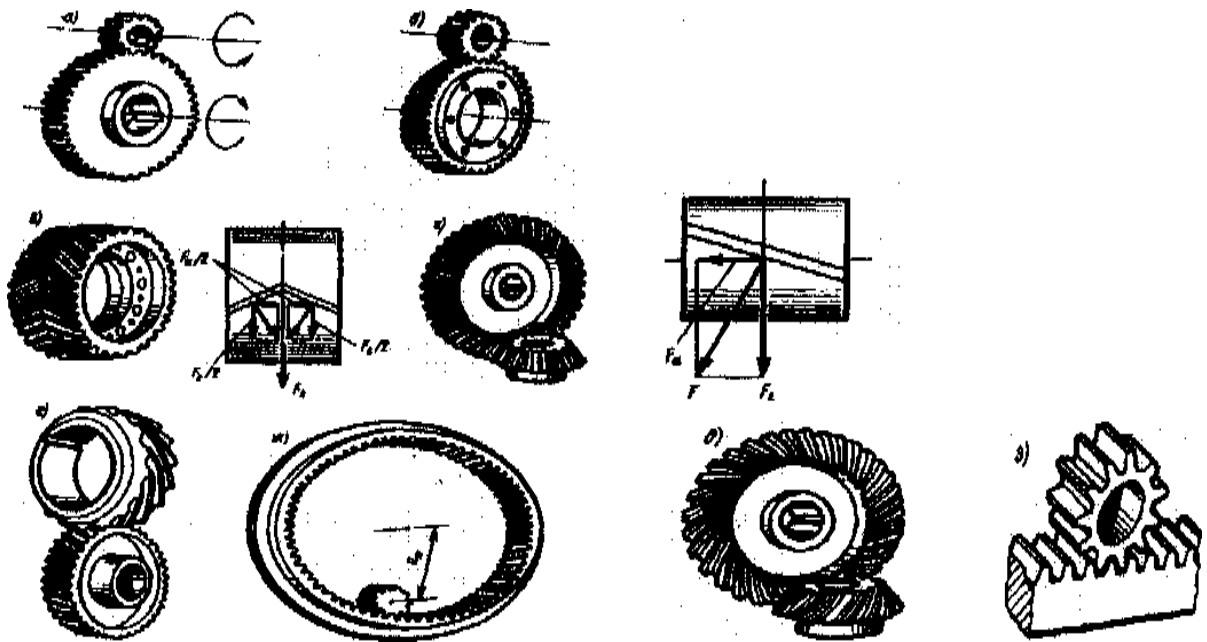


Рисунок 1.3 – Схема простої ремінної передачі



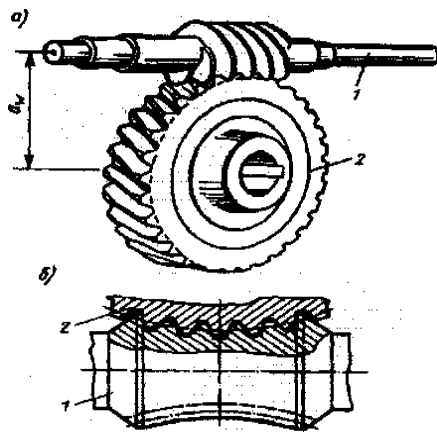
*а – циліндричні прямозубі; б – циліндричні косозубі; в – циліндрові шевронні;
 г – конічні прямозубі; д – конічні з круговим зубом; е – гвинтові;
 ж – з внутрішнім зачепленням; з – з рейковим зчепленням*

Рисунок 1.4 – Види зубчастих коліс

Черв'ячні передачі (рис. 1.5) передають обертання між осями що перехрещуються і відносяться до зубчато-гвинтових передач. Вони складаються з гвинта — черв'яка 1 з трапецеїдальним або близьким до неї різьбленням і косозубого черв'ячного колеса 2 із зубами особливої форми, що отримується в результаті взаємного обгинання з вітками черв'яка. На відміну від гвинтових передач здійснюється лінійний контакт.

Ланцюгові передачі (рис. 1.6) призначені для передачі руху між двома паралельними валами при чималій відстані між ними. Передача складається з ведучої 1 і веденою 2 зірочок і ланцюга 3, такою, що охоплює їх.

До переваг ланцюгових передач відносять: можливість передачі руху на значні відстані; менші, ніж в ремінних передачах, габарити; відсутність ковзання; досить високий ККД (0,98...0,94), можливість легкої заміни ланцюгу.



a – звичайне зачеплення; б – глобоїдне зачеплення

Рисунок 1.5 – Схема черв'ячних передач

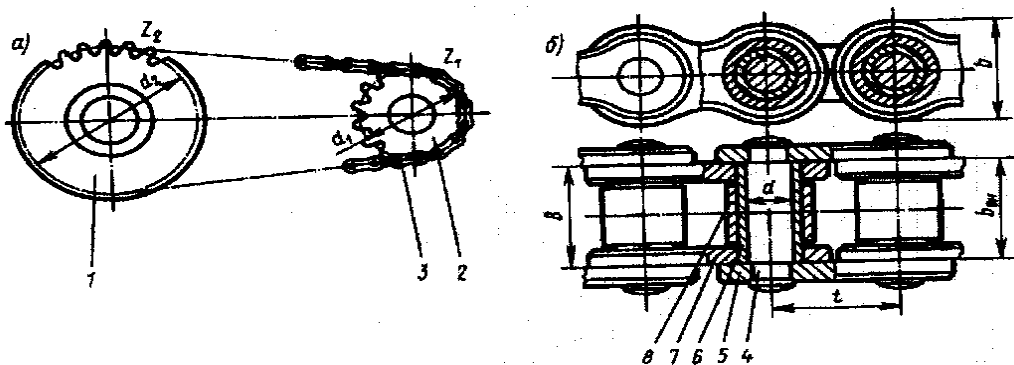


Рисунок 1.6 – Схема ланцюгової передачі

До недоліків ланцюгових передач відносять: порівняно швидкий знос шарнірів, що працюють в умовах попадання абразиву; вимагають складнішого догляду – змащення, регулювання порівняно з клино-ремінними передачами; значні вібрації і шум при досить високих швидкостях і невисокій точності елементів конструкції.

Коробка передач – це механізм, виконаний, як правило, в окремому корпусі. Вона служить для ступінчастої зміни передаточного відношення, котра здійснюється шляхом перемикавання зубчастих передач. По числу елементів управління, що включаються на кожному ступені зміни швидкості вихідної ланки, розрізняють коробки передач з одним, двома елементами і більше, що включаються на кожному ступені зміни швидкості.

Коробки передач крім основного призначення – ступінчастої зміни швидкостей відомої ланки – часто служать і механізмом реверсу у яких здійснюється зміна напрямку відомої ланки на зворотне стосовно веденої ланки. Крім коробки передач у механізмах привода часто є також спеціальні роздавальні коробки, які за допомогою зубчастих передач здійснюють розгалуження привода руху на окремі робочі механізми.

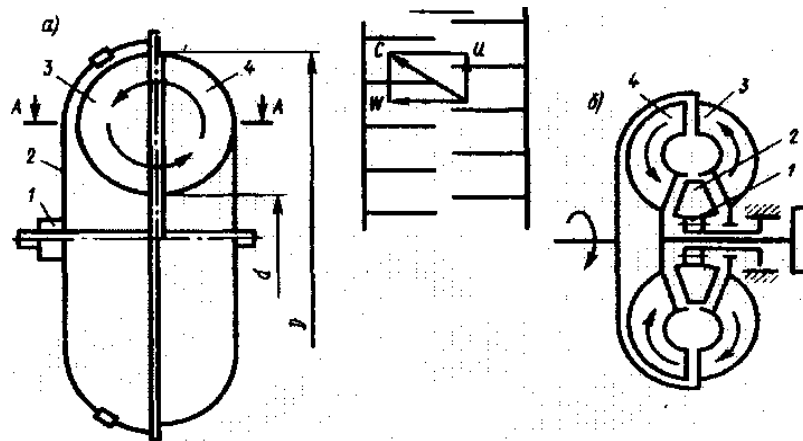
Гідравлічні трансмісії. До гідравлічних відносять гідродинамічні й гідрооб'ємні трансмісії. Гідродинамічні трансмісії містять у собі гідромуфти або гідротрансформатори. Характерною рисою цих передач є відсутність жорсткого зв'язку між ведучими й веденими частинами передачі. Рух від ведучої до відомих частин передається за рахунок кінетичної енергії робочої

рідини, що впливає на лопаті робочих коліс. Тому гідравлічні передачі служать як запобіжні обладнання від динамічних перевантажень у приводах машин.

Гідромуфти (рис. 1.7, а) складаються тільки із двох коліс – ведучого (насосного 4) і відомого (турбінного 3).

На валу гідромуфти передбачена установка ущільнення 1, що забезпечує герметизацію корпусу муфти 2 і валу. Насосне колесо приводить в обертання рідина, що перебуває в робочій порожнині.

Під впливом відцентрової сили вона відкидається до периферії колеса й попадає на лопаті турбінного колеса, здійснюючи на них тиск. Втративши частину енергії на подолання опору обертанню турбінного колеса, рідина по його порожнині тече до центру гідромуфти, де воно знову переходить на насосне колесо, і цикл його руху повторюється.



а – гідромуфти; б – гідротрансформатори

Рисунок 1.7 – Схема гідродинамічних передач

Гідротрансформатори (рис. 1.7, б) на відміну від гідромуфти мають не менш трьох лопатевих коліс: насосне 3, турбінне 4 і реактор 2. У звичайному гідротрансформаторі реактор нерухомий, в універсальному реактор встановлено на обгінній муфті 1. При малих навантаженнях реактор обертається вільно під дією потоку рідини й не сприймає крутний момент. У цьому випадку гідротрансформатор працює як гідромуфта, коли зі зменшенням навантаження КПД збільшується.

1.2 Обладнання та матеріали

1.2.1 Стенди (двигун, зчеплення, коробка передач, планетарний редуктор).

1.3 Порядок виконання роботи

1.3.1 Вивчити основні напрямки розвитку будівельних машин.

1.3.2 Ознайомитись з характеристиками приводів і силового обладнання, представлених на стендах.

1.3.3 Ознайомитися з параметрами трансмісії й привести схеми передач, використовуваних у трансмісії будівельних машин.

1.3.4 Використовуючи діючий макет будівельних машин провести дослідження їх роботи, зокрема, визначити тип приводу, схеми передач, передаточні числа механізмів, тощо.

1.3.5 Зобразити схеми машин, навести технічні характеристики агрегатів.

1.4 Зміст звіту

1.4.1 Назва роботи і її мета.

1.4.2 Необхідні теоретичні дані.

1.4.3 Обладнання та матеріали.

1.4.4 Порядок виконання роботи.

1.4.5 Експериментальні результати.

1.4.6 Аналіз результатів і висновки по роботі.

1.5 Питання для самоконтролю

1.5.1 Які вимоги, пред'являють до будівельних і дорожніх машин?

1.5.2 Яке силове устаткування застосовують у будівельних і дорожніх машинах?

1.5.3 Чим відрізняється аксіально-поршневий насос від радіально-поршневого?

1.5.4 З яких елементів складається трансмісія?

1.5.5 Які види зубчастих коліс використовують у трансмісії машини?

1.5.6 Чим відрізняється гідромурфта від гідротрансформатора?

2 Лабораторна робота №2 ЛЕБІДКИ. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАНТАЖОПІДЙОМНОЇ ЛЕБІДКИ

Мета роботи – Вивчити різновиди лебідок, що використовуються в будівельних машинах та визначити основні їх параметри

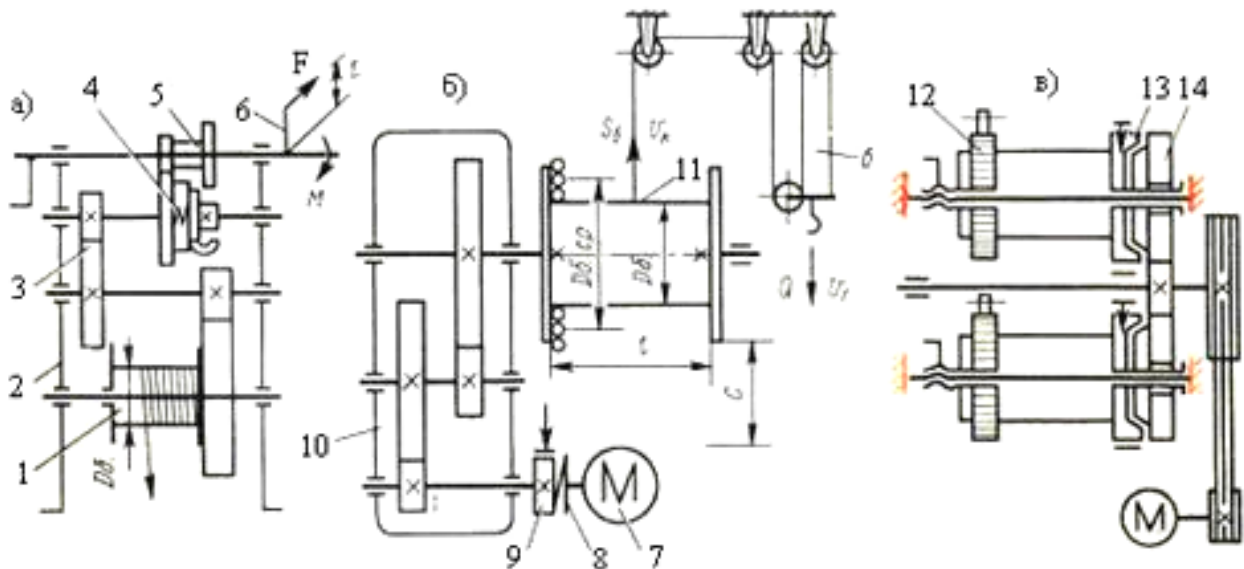
2.1 Інформація для самостійної підготовки

Будівельні лебідки використовують при монтажі будівельних конструкцій і устаткування, для переміщення важких вантажів на будівельних майданчиках, а також в якості механізмів кранів, підйомників, копрових установок і інших будівельних машин.

Лебідки класифікують:

- за призначенням – на підйомні (для підйому вантажів) і тягові (для горизонтального переміщення вантажів);
- по виду приводу – на приводні і ручні;
- по числу барабанів – на одно- двохбарабанні і без барабана (з канатоведучим шківом, важільні).

Барабанні лебідки з ручним приводом. Їх виготовляють з тяговим зусиллям на першій швидкості 5...80 кН, канатоємністю барабана 50...200 м. Кінематична схема монтажної барабанної лебідки з ручним приводом представлена на рис. 2.1, а. Лебідка складається з барабану 1, відкритих зубчастих передач 3, дискового вантажоупорного гальма 4, змонтованих на паралельних валах, що спираються на підшипники, закріплені у боковинах станини 2.



а) – монтажна з ручним приводом: 1 – барабан; 2 – станина; 3,5 – зубчаста передача; 4 – гальмо б – рукоятка; б)- електрореверсивна: 7 – двигун; 8 – муфта; 9 – гальмо; 10 – редуктор; 11- барабан; в) – фрикційна двобарабанна: 12 – храповий механізм; 13 – муфта; 14 – зубчаста передача

Рисунок 2.1 – Кінематичні схеми будівельних лебідок

Підйом і опускання вантажу здійснюється обертанням рукоятки 6. Для збільшення швидкості підйому легких вантажів служить зубчастий перебір 5, що змінює передатне число зубчастої передачі. Безпека роботи забезпечується дисковим вантажоупорним гальмом. (рисунок 2.1).

Ручні лебідки розраховуються на роботу одного, двох, чотирьох чоловік одночасно. При короткочасній (до 5 хв.) роботі зусилля одного робітника на рукоять завдовжки 400 мм приймається до 200 Н, а коефіцієнт одночасності дії двох чоловік – 0,8, чотирьох – 0,7.

Приводні лебідки. По кінематичному зв'язку двигуна з барабаном приводні лебідки розділяються на електрореверсивні (рис. 2.1, б) і фрикційні (рис. 2.1, в). У фрикційних лебідок можлива робота декількох барабанів від одного двигуна, які вмикаються по черговому за допомогою фрикційних муфт.

Таке чергування включення барабанів в фрикційних лебідках необхідне, наприклад, в канатно-скреперних установках для надання скреперному ківшу зворотно-поступального руху: при наборі ківша один з барабанів включений, а інший вільно обертається і стравлює намотаний на нього канат; під час зворотного руху ківша включається другий і вільно обертається перший.

При використанні лебідки як вантажопідйомного механізму неререверсивний двигун використовується тільки для підйому (переміщення) вантажу. Опускання вантажу здійснюється під дією сили тяжіння при від'єднанні барабана від трансмісії. Швидкість опускання регулюється зазвичай стрічковими спускними постійно замкненими гальмами 13. Для попередження випадкового опускання вантажу лебідки забезпечуються храповими пристроями 12, пов'язаними з барабанами і керованими рукоятками.

У електрореверсивних лебідок зв'язок між двигуном і барабаном жорсткий, у фрикційних вона здійснюється за допомогою фрикційної муфти.

Електрореверсивна лебідка (рис. 2.1, б). Вона складається з електродвигуна 7, пружної муфти 8, гальма 9, зубчастого редуктора 10, барабана 11 і пускової апаратури, встановлених на зварній рамі.

Тягові зусилля однобарабаних електрореверсивних лебідок складають 3,2...125 кН при швидкості каната 0,5...0,1 м/с і канатомісткості 80...800 м. У комбінації з поліспасти їх використовують для підйому різних по масі вантажів при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Електрореверсивними лебідками комплектуються будівельні підйомники, крани та інші машини. Загальний вигляд вантажної лебідки козлового крану представлений на рис. 2.2.

В якості двигунів в лебідках застосовують асинхронні кранові двигуни з фазним ротором, керовані за допомогою командоконтролерів або двигуни підвищеного ковзання типу АОС з магнітними пускачами. Лебідки обладнуються постійно замкнутими стопорними гальмами двох колодок. Гальмівним шківом служить половина пружної муфти, закріплена на валу редуктора.

Вимкнення гальм здійснюється короткоходовими електромагнітами чи електрогідроштовхачами, які вмикаються одночасно з електродвигуном.

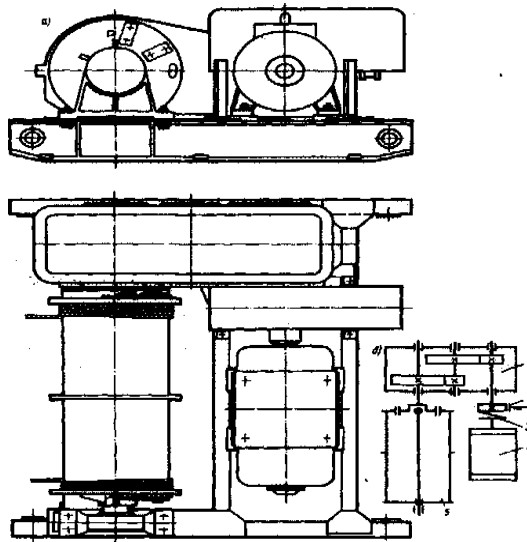


Рисунок 2.2 – Вантажна лебідка козлового крану

Спуск вантажу здійснюється примусовим реверсуванням двигуна. При цьому швидкість опускання дещо вище швидкості підйому вантажу. Для прискорення монтажних операцій, особливо з легкими вантажами, на лебідках застосовують двоколдові гальма з додатковою педаллю (рис. 2.3), що розгальмовує.

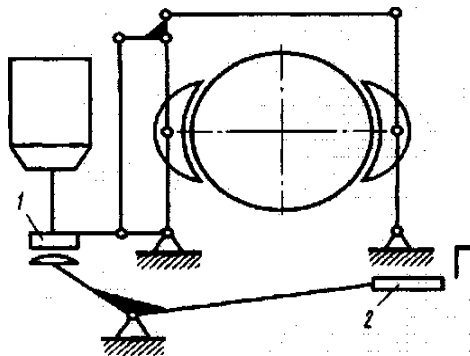


Рисунок 2.3 – Схема двоколдового гальма з педаллю, що розгальмовує

При натисненні на педаль 1 відбувається підняття гальмівного вантажу 2 або стискування гальмівної пружини і вантаж опускається під дією власної маси. Основними параметрами електрореверсивної лебідки, що визначають вантажопід'ємність, висоту і швидкість підйому вантажу, є потужність двигуна, надійність гальмівного механізму, зусилля в канаті, що намотується на барабан S_{δ} , швидкість канату v_k і канатоємність барабана L .

Ці параметри пов'язані між собою наступними залежностями. Натягнення S_{δ} (Н) залежно від типу підвіски (одинарна, здвоєна), кратності поліспасти $U_{пол}$ і ККД поліспасти $\eta_{пол}$ визначається за формулою:

$$S_{\delta} = (Q + q)g(U_{пол} \eta_{пол}), \quad (2.1)$$

де Q – маса вантажу, кг;

q – маса вантажозахватного пристрою, кг.

Сталевий дротяний канат (для механізмів підйому – канати хрестового звивання) вибирають по розривному зусиллю $R_p = S_{\sigma} n$ при запасі міцності каната $n = 5,0; 5,5; 6,0$ відповідно для легкого, середнього і важкого режимів роботи.

Мінімально допустимий діаметр барабана для легкого, середнього і важкого режимів вибирають по діаметру канату d_k із співвідношення

$$D_{\sigma} = (16, 18, 20)d_k. \quad (2.2)$$

Довжина канату, що намотується на барабан, залежить від висоти підйому вантажу H і кратності поліспасти $U_{пол}$. Крім того, для послаблення натягнення канату в місці його кріплення на барабані залишають вільним півтора-два витки канату.

Тоді довжина канату

$$L = H U_{пол} + (1,5 \dots 2,0)\pi(D_{\sigma} + d_k). \quad (2.3)$$

Канат може навиватися на барабан в один або декілька шарів. Робоча довжина барабанів L_{σ} (м):

при одношаровому навиванні (нарізному барабані):

$$L_{\sigma} = Lt / [\pi(D_{\sigma} + d_k)], \quad (2.4)$$

де t – крок навивки, $t = d_k$;

при багатошаровому навиванні:

$$L_{\sigma} = L d_k / [\pi m(D_{\sigma} + m d_k)], \quad (2.3)$$

де m – число шарів навивки;

$D_{\sigma} + m d_k$ – середній діаметр навивки.

Потужність двигуна (кВт):

$$P = S_{\sigma} v_{\kappa} / (1000 \eta_{леб}), \quad (2.4)$$

де $\eta_{леб}$ – ККД лебідки, обумовлений добутком ККД барабана й редуктора,

$$\eta_{леб} = \eta_{\sigma} \eta_{ред}.$$

За отриманим значенням потужності підбирають крановий електродвигун із тривалістю включення (ПВ), що відповідає режиму роботи механізму. Редуктор підбирають по передаточному числу, режиму роботи, синхронній швидкості обертання й потужності двигуна.

Передаточне число редуктора

$$u_{ред} = n_{\sigma} / n_{\delta}, \quad (2.5)$$

де n_{δ} – частота обертання двигуна, $хв^{-1}$;

$$n_{\sigma} = 60 v_{\kappa} / (\pi D_{сер}) - \text{частота обертання барабана, } n_{\sigma} = 60 v_{\kappa} / (\pi D_{сер}).$$

Міжосьова відстань між вхідним і вихідним валами редуктора повинна бути достатньою для розміщення двигуна й барабана. Гальмо обирають за гальмівним моментом M_r (Н·м) на приводному валу з урахуванням коефіцієнта запасу гальмування k_r рівного 1,5; 1,75; 2,0 відповідно для легкого, середнього й важкого режимів роботи підйимального механізму

$$M_2 = k_2 M_{\sigma} \eta_{ред} / u_{ред}, \quad (2.6)$$

де M_{σ} – крутний момент на барабані.

2.2 Обладнання та матеріали

2.2.1 Стенди вантажопідйомної лебідки, колодкового барабанного гальма.

2.2.2 Вимірювальний інструмент, секундомір.

2.3 Порядок виконання роботи

2.3.1 Вивчити теоретичну частину, принцип роботи лебідки, як здійснюється гальмування барабана в процесі роботи й де встановлюється гальмо.

2.3.2 Провести натурні дослідження роботи електрореверсивної лебідки.

2.3.3 Визначити технічні характеристики лебідки за допомогою відповідних вимірювань.

2.3.4 Визначити канатоємність барабану для канату діаметром 18 мм, якщо відомо, що довжина барабана 1200 мм, діаметр барабана 350 мм, кількість шарів навивки каната на барабані 5.

2.4 Зміст звіту

2.4.1 Назва роботи і її мета.

2.4.2 Необхідні теоретичні дані.

2.4.3 Обладнання та матеріали.

2.4.4 Порядок виконання роботи.

2.4.5 Експериментальні результати.

2.4.6 Аналіз результатів і висновки по роботі.

2.5 Питання для самоконтролю

2.5.1 Де використають будівельні лебідки?

2.5.2 Призначення храпового механізму?

2.5.3 Що із себе представляє фрикційна двобарабанна лебідка?

2.5.4 Як визначають передаточне число редуктора лебідки?

2.5.5 Від яких параметрів залежить довжина канату, що намотується на барабан?

2.5.6 Як підбирають до вантажної лебідки потужність електродвигуна?

2.5.7 Як визначити робочу довжину барабана при одношаровому навиванні?

2.5.8 Як визначити робочу довжину барабана при багатошаровому навиванні?

2.5.9 За яким параметром здійснюють підбор гальма?

3 Лабораторна робота №3 ПОЛІСПАСТИ

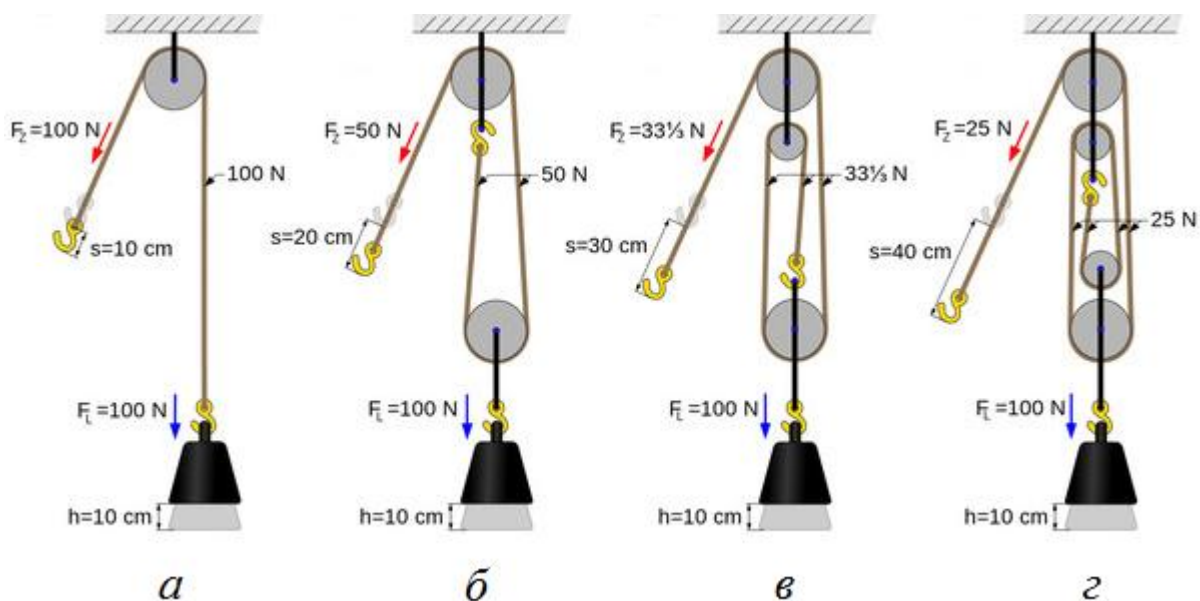
Мета роботи – вивчити основні схеми поліспаств, здобути навички їх комплектування та визначити основні параметри

3.1 Інформація для самостійної підготовки

Поліспаст – це вантажопідйомний пристрій, що складається з декількох рухомих і нерухомих блоків, які огинає мотузка, канат або трос, і який дозволяє піднімати вантажі з зусиллям в кілька разів меншим, ніж вага вантажу, що піднімається. Вони можуть бути як самостійними вантажопідіймальними пристроями, так і вмонтованими у механізми вантажопідіймальних машин.

Зазвичай блоком називають пристрій, що складається з одного шківів в оправі із петлею і одного троса; поліспастом – комбінацію шківів і тросів. Принципи дії цих механізмів пояснюється на рис. 3.1.

Силовий поліспаст дає певний вииграш в зусиллі для підняття вантажу. У будь-якій рухомій системі, яка складається з мотузки і блоків неминучі втрати на тертя. У цій частині для полегшення розрахунків неминучі втрати на тертя не враховуються і за основу береться теоретично можливий вииграш в зусиллі або скорочено ТВ (теоретичний вииграш).



a – одиночний поліспаст; *б* – поліспаст кратністю 2:1;
в – поліспаст кратністю 3:1; *г* – поліспаст кратністю 4:1

Рисунок 3.1 – Принцип дії блока і поліспаства

Рис. 3.1, *a* та 3.1, *б* ілюструють одне із основних правил поліспаств. Вииграш в зусиллі дають тільки рухомі ролики, закріплені безпосередньо на вантаж або на мотузці, яка йде від вантажу. Стационарні ролики служать лише для зміни напрямку руху мотузки і виграшу в зусиллі не дають.

Якщо закріпити мотузку (трос) на вантаж, перекинути її через блок (рис. 3.1, а), закріплений на станції (далі стаціонарний або нерухомий блок) і потягнути вниз, то для підняття вантажу необхідно докласти зусилля рівне масі вантажу. Виграшу в зусиллі немає. Для того щоб підняти вантаж на 10 см необхідно протягнути через блок 10 см мотузки.

Якщо закріпити мотузку (трос) на станції і пропустити через блок на вантаж (рис. 3.1, б), то для підняття вантажу необхідно зусилля в 2 рази менше ніж його маса. Виграш в зусиллі 2:1. Ролик рухається разом з вантажем вгору. Для того щоб підняти вантаж на 10 см необхідно протягнути через ролик 20 см мотузки.

Поліспасти за своїм принципом дії подібний до важеля: виграш в силі дорівнює програшу в відстані при теоретичній рівності здійснюваних робіт. Практичний висновок – чим “сильніший” поліспаст – тим повільніше піднімається вантаж. Продовжуючи добавляти стаціонарні ролики на станцію та рухомі ролики на вантаж, ми отримуємо так звані прості поліспасти різних зусиль (рис. 3.1, в, г). Відзначимо, що кратність виграшу в силі при підйомі важких предметів завжди дорівнює числу тросів, на яких висить рухливий блок, або кількості тросів, які йдуть від вантажу вгору.

$$i_n = \frac{\text{число навантажених гілок}}{\text{число гілок, які намотуються на барабан}} .$$

Під час підймання вантажу внаслідок втрат у блоках та жорсткості каната натяги у гілках розподіляються нерівномірно (рис. 3.2).

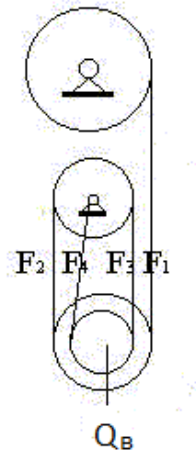


Рисунок 3.2 – Розподіл зусиль у гілках поліспасти

Найбільше зусилля виникає у тяговій гілці і буде зменшуватись з наближенням до закріпленої гілки.

$$F_2 = F_1 \cdot \eta; F_3 = F_2 \cdot \eta = F_1 \cdot \eta^2; F_i = F_1 \cdot \eta^{i-1}; \quad (3.1)$$

$$Q_B = F_1 \cdot (1 + \eta + \eta^2 + \dots + \eta^{i-1}) = F_1 \cdot \frac{1 - \eta^i}{1 - \eta}, \quad (3.2)$$

де η – ККД блока.

$$F_1 = F_{\max} = Q_B \cdot \frac{1 - \eta^{i_n}}{1 - \eta} \quad (3.3)$$

Звідси видно, що найбільше зусилля при підйманні вантажу виникає в найближчій до барабана гілці поліспасти.

Якщо від поліспасти канат потрапляє на барабан через t штук обвідних блоків, то зусилля на барабані:

$$S_{\text{бар}} = S_{\max} = \frac{F_1}{\eta^t} = Q_B \cdot \frac{1 - \eta}{\eta^t \cdot 1 - \eta^{i_n}} \quad (3.4)$$

ККД поліспасти в цілому визначають як відношення корисної роботи при підйманні вантажу Q_B на висоту h до затраченої при цьому роботи $S_{\text{бар}} \cdot i_n \cdot h$:

$$\eta_n = \frac{Q_B \cdot h}{S_{\text{бар}} \cdot i_n \cdot h} = \frac{1 - \eta^{i_n} \cdot \eta^t}{1 - \eta \cdot i_n} \quad (3.5)$$

При цьому ККД блока приймають $0,95 \div 0,96$ – при встановленні блока на підшипниках ковзання; $0,97 \div 0,98$ – при його встановленні на підшипниках кочення.

Якщо h – висота підймання вантажу, то довжина канату, що намотується на барабан

$$L = i_n \cdot h \quad (3.6)$$

Швидкість підймання вантажу:

$$V_B = \frac{V_E}{i_n} \quad (3.7)$$

де V_B – швидкість канату, що намотується на барабан.

Складний поліспасти – це система, в якій один простий поліспасти тягне за другий простий поліспасти. Таким чином можуть бути з'єднані 2, 3 і більше поліспасти.

Приклад на рис. 3.3: простий поліспасти з кратністю 3:1 тягнуть поліспасти з кратністю 2:1. Таким чином при використанні складного поліспасти необхідно помножити значення простих поліспасти, з яких він складається, що в даному випадку складає значення 6:1.

Поліспасти, які застосовуються у вантажопідймальних машинах поділяються на одинарні та здвоєні (рис. 3.4). Недоліком одинарних поліспасти є те, що разом з підніманням вантажу при намотуванні тросу на барабан відбувається його переміщення по горизонталі вздовж осі барабана, внаслідок чого реакції опор барабана змінюються і зменшується точність встановлення вантажу.

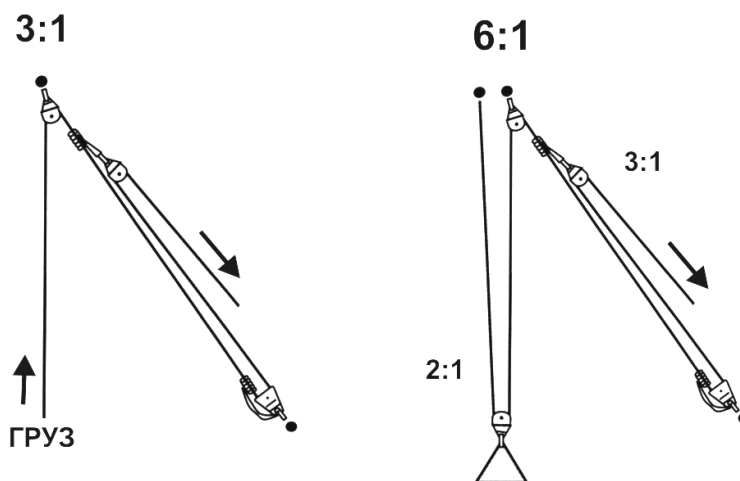
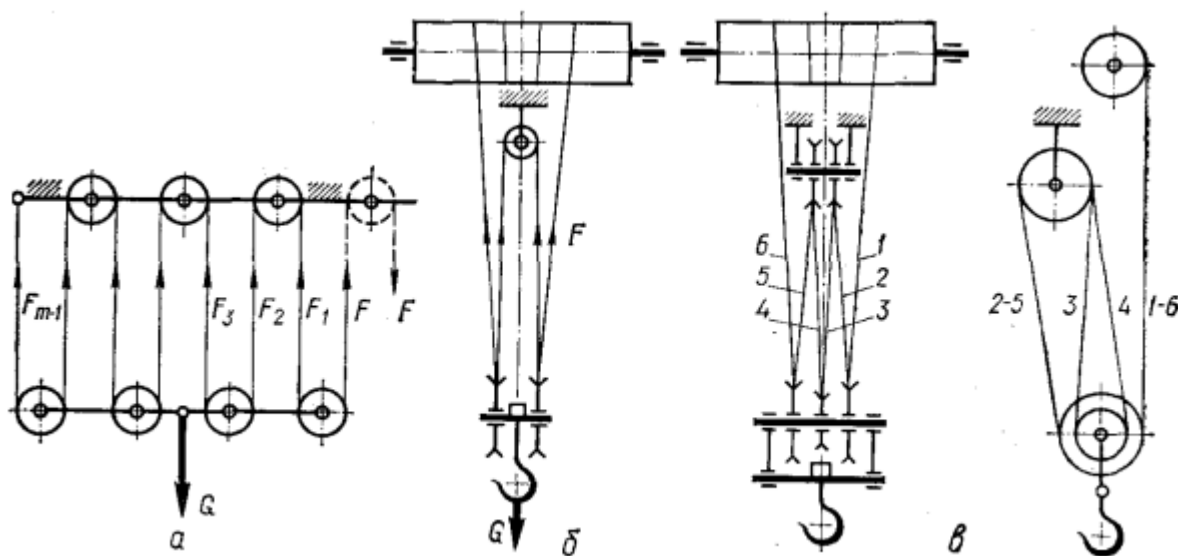


Рисунок 3.3 – Складні поліспасти

Здвоєні поліспасти (рис. 3.4, б, в) забезпечують точне вертикальне переміщення вантажу і однакові реакції в опорах барабана. Здвоєний поліспасти складається з двох однакових поліспастів із зрівняльним блоком. На барабан (з правою і лівою різьбою) намотуються дві гілки каната поліспасти. Зрівняльний блок під час підймання (опускання) вантажу не обертається і призначається для вирівнювання довжин правої і лівої гілок каната поліспасти при нерівномірному витягуванні. Через те діаметр цього блока можна вибирати меншим, ніж основних, і розташовується він вздовж осі симетрії здвоєного поліспасти: у верхній обоймі при парній кратності (рис. 3.4, б) і в нижній (рис. 3.4, в) – при непарній.



а – одинарні; б, в – здвоєні

Рисунок 3.4 – Поліспасти

Розрахунок здвоєного поліспасти ведеться аналогічно простому, приймаючи, що “половинки” поліспасти розглядаються як простий поліспасти при дії на нього половинного навантаження.

3.2 Обладнання та матеріали

3.2.1 Комплект блоків.

3.2.2 Канат.

3.2.3 Набір вантажів.

3.2.4 Динамометр.

3.3 Порядок виконання роботи

3.3.1 За даною характеристикою поліспасти накреслити його схему.

3.3.2 Зібрати заданий поліспаст.

3.3.3 Для заданої схеми і вантажопідйомності обчислити коефіцієнт корисної дії поліспасти знайти найбільший і найменший натяг канату, зусилля на барабані (Додаток А).

3.3.4 Здійснюючи підйом заданого вантажу визначити зусилля у канату, що намотується на барабан.

3.3.5 Порівняти отриманий результат з розрахунковим.

3.4 Зміст звіту

3.4.1 Назва роботи і її мета.

3.4.2 Необхідні теоретичні дані.

3.4.3 Обладнання та матеріали.

3.4.4 Порядок виконання роботи.

3.4.5 Експериментальні результати.

3.4.6 Аналіз результатів і висновки по роботі.

3.5 Питання для самоконтролю

3.5.1 На що вказує кратність поліспасти?

3.5.2 Вказати основний недолік простого поліспасти.

3.5.3 В якому із поліспасти використовують зрівняльний блок?

3.5.4 У чому полягає перевага здвоєного поліспасти?

3.5.5 В яких одиницях вимірюється коефіцієнт тертя кочення?

3.5.6 Вказати критерії вибору ККД блока.

4 Лабораторна робота №4 ГНУЧКІ ВАНТАЖНІ ОРГАНИ

Мета роботи – ознайомитись з конструкцією основних типів гнучких вантажних органів, провести розрахунок їх на міцність

4.1 Інформація для самостійної підготовки

До гнучких вантажних органів належать канати і ланцюги.

Сталеві дротяні канати – основний тип гнучких органів, які застосовуються в підйомних машинах. Вони мають такі переваги порівняно з іншими: високу міцність; невелику лінійну (погонну) масу; велику гнучкість в усіх напрямках; можливість працювати на високих швидкостях; безшумність роботи; порівняно велику довговічність і надійність; властивість зменшувати динамічні навантаження на механізм та металоконструкцію внаслідок достатньої їх пружності.

Існує багато різних конструкцій сталевих канатів, які застосовують залежно від умов експлуатації (рис. 4.1). Виготовляють канати з високоміцного сталевого дроту діаметром $0,2 \div 3$ мм ($\sigma_b = 1300 \div 2600$ МПа). Висока міцність досягається багаторазовим холодним волочінням у поєднанні з термічною та хімічною обробкою. На канатних машинах спочатку дріт скручується в сталку, а сталки навколо осердя – в канат. Канати більш довговічні, якщо зовнішні шари сталки мають більший діаметр дроту, але при цьому збільшується їх жорсткість.

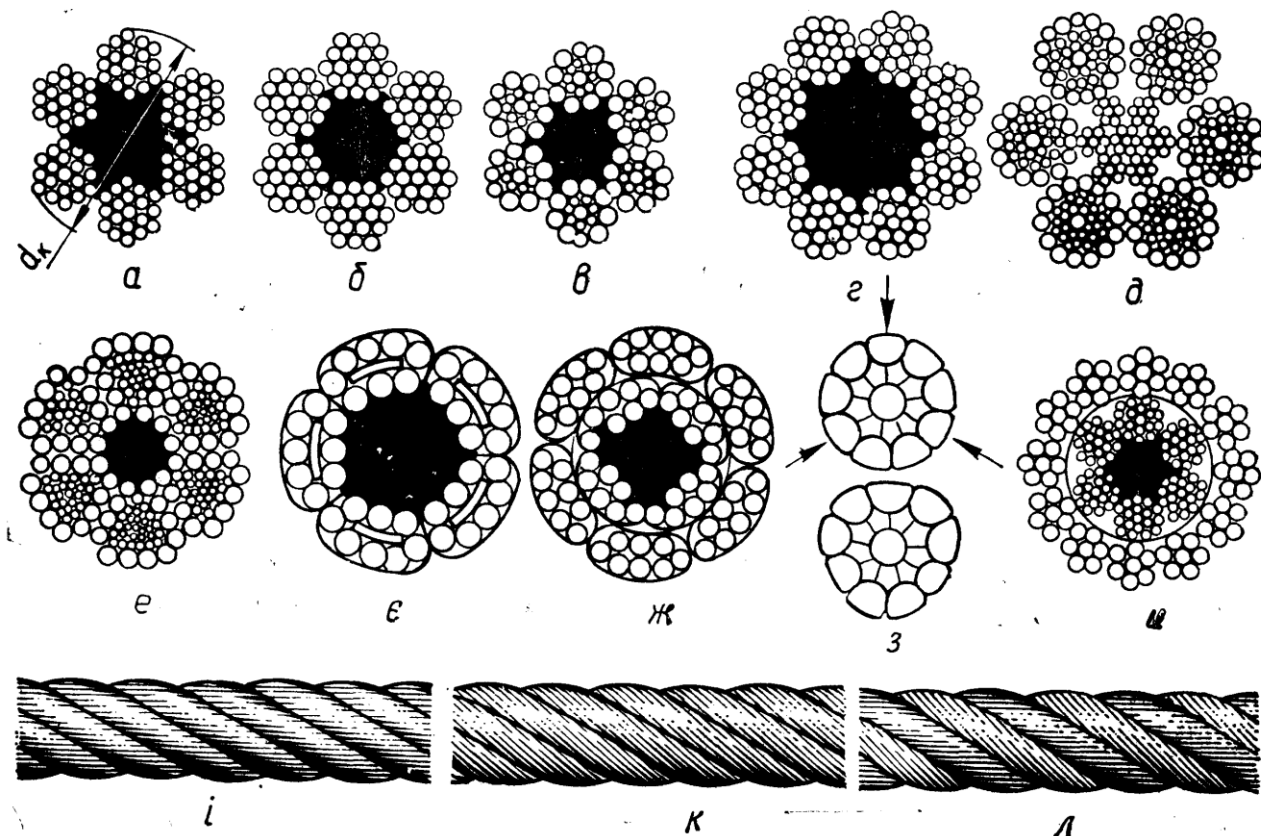


Рисунок 4.1 – Сталеві дротяні канати

Канати виготовляють трьох сортів: В (вищий), I та II.

Класифікують канати за такими ознаками:

- за типом сукання: з точковим контактом (ТК) окремих дротів між шарами при різнобічному суканні; з лінійним контактом (ЛК) дротів суміжних шарів по всій довжині при однобічному суканні; точково-лінійним контактом (ТЛК), де два шари дроту сукані в один бік, а третій – в протилежний;

- за напрямом сукання: правого та лівого;

- за видом сукання: хрестового, де дроти в сталці сукані в один бік, а сталки в канат – в протилежний; однобічного (паралельного) – коли напрями сукання дротів у сталці і сталки в канат збігаються; комбінованого, коли дроти в сталці сукані у взаємно-протилежних напрямках, а сталки в канат сукані праворуч або ліворуч;

- за кількістю сталок: одно-, три-, п'яти-, шести-, семи-, восьми- і вісімнадцятисталкові.

На рис. 4.1 показано наступні типи канатів: *a* – шестисталкові ТК 6×19; *б* – шестисталкові ЛК 6×19; *в* – шестисталкові ЛК-0 6×19; *г* – восьмисталкові ЛК-Р 8×19; *д* – шестисталкові ТЛК-РО 6×36 з металевим осердям; *е* – тригранносталкові; *є* – овальносталкові; *ж* – плоскосталкові; *з* – з радіально обтисненими сталками; *и* – двошарові 12×7×6×19; *і* – хрестового сукання; *к* – однобічного; *л* – комбінованого. Нові (семисталкові) канати з центральною металевою сталкою на 15% міцніші, ніж шестисталкові. Восьмисталкові канати використовують у кранах з малим діаметром барабана, а також у підйомниках з канатоведучими шківками.

Розроблено нові конструкції канатів з фасонними сталками: тригранні, овальносталкові та плоскосталкові. У цих канатах зменшуються контактні напруження в канавках шківів, і вони більш довговічні.

Канати однобічного сукання мають меншу жорсткість, більший строк служби (до 50%) порівняно з канатами хрестового сукання, але в них є недолік – саморозкручування. Тому ці канати використовують лише в підйомниках.

Дослідженнями доведено, що працездатність канатів значною мірою залежить від конструкції і якості осердя. Осердя в канаті призначене для підвищення гнучкості канату, а також утримання у ньому мастила. У канатах застосовують в основному органічні осердя (з рослинних волокон – коноплі), а також осердя з синтетичних волокон (нейлон, капрон) та металоорганічні.

При суканні канату дроти зазнають глибокої пружно-пластичної деформації. Під час роботи канату вони перебувають у пружно-деформованому стані. Для зниження напруженого стану створено оригінальну конструкцію канатів з попередньою деформацією дротів у процесі сукання сталок.

Для підвищення еластичності часто використовують двошарові канати, в яких внутрішні шари мають дріт малого діаметра (рис. 4.1, *и*).

При роботі сталеві канати зазнають сукупної дії напружень розтягу, кручення, вигину та контактних напружень. Поки що немає практично і

теоретично обґрунтованих розрахунків канатів на довговічність. Експериментально встановлено, що довговічність канатів залежить від співвідношення діаметрів блока (барабана) і канату D_ϕ/d_k та розрахункового коефіцієнта запасу міцності. Чим менші це відношення і запас міцності, тим менша довговічність канату. Великі діаметри барабанів і блоків канатного привода є його вадами.

Основні причини передчасного руйнування канату: неправильний вибір конструкції канату і матеріалу блока; абразивне спрацювання; нерегулярне або неякісне мащення; перевантаження внаслідок динамічних зусиль.

Перегини канату на блоках спричинюють знакозмінні напруження і сприяють втомленості матеріалу дротів. Особливо знижують довговічність зворотні перегини канату.

Для підвищення довговічності канату треба прагнути до зменшення числа блоків і уникати зворотних перегинів. Строк служби канатів однобічного сукання в $1,25 \div 1,5$ рази більший ніж хрестового внаслідок більшої довжини контакту дротів з поверхнею дотикання і меншої жорсткості.

На довговічність канатів впливають матеріал і футерівка канавки блоків. Чавунні блоки збільшують строк служби канатів приблизно в 1,3 рази порівняно із сталевими; блоки з футерованими канавками (капроном, текстолітом, алюмінієм) підвищують довговічність канатів приблизно в 2 рази. Алюмінієву футерівку застосовують при високих температурах навколишнього середовища і великій заповишеності.

Ступінь спрацювання канату визначається числом обірваних дротів на довжині одного кроку. Установлено граничні норми обірваних дротів залежно від конструкції канату ($5 \div 14\%$). Внутрішні пошкодження дротів канату виявляють дефектографом.

Розрахунок канатів зводиться до визначення максимального натягу і розривного зусилля, за яким вибирають тип і розміри канату з основними його параметрами.

Натяг гілки канату поліспасти визначають при підніманні номінального вантажу:

$$F_{\max} = \frac{Q_B}{z\eta}, \quad (4.1)$$

де z – число гілок поліспасти;

η – ККД поліспасти.

Розривне зусилля визначається за виразом:

$$F_{\text{роз}} = sF_{\max}, \quad (4.2)$$

де s – коефіцієнт запасу міцності канату, який вибирають залежно від призначення машини і групи режиму роботи ($s = 5 \div 6$ для кранів, $s = 9$ для підйомників з людьми).

Вантажні ланцюги в підйомних механізмах застосовують рідше ніж канати внаслідок таких причин: великої лінійної маси, меншої надійності; неможливості контролювати якість ланцюга під час роботи; недопущення високих швидкостей, а також поштовхів зусиль через небезпеку раптового розриву; більш високої вартості.

За конструкцією ланцюги поділяються на зварні (рис. 4.2, а) і пластинчасті (рис. 4.2, б). Зварні ланцюги застосовуються в телях, підйомних механізмах малої вантажопідйомності та з ручним приводом, а також для підвішування вантажу на гак. Виготовляють зварні ланцюги із сталі 10, Ст3, Ст2 ($\sigma_b = 370 \div 450$ МПа) без домішок сірки і фосфору, щоб уникнути червоноламкості та холодноламкості. Способи зварювання – електродугове, горнове. Після виготовлення, щоб зняти внутрішні напруження, ланцюги відпалюють. Зварні ланцюги випробовуються на розрив під навантаженням, яке дорівнює половині руйнівного зусилля. При цьому не повинно бути залишкових деформацій.

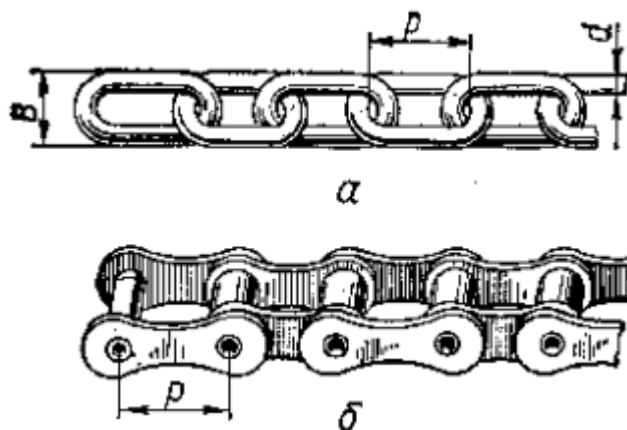


Рисунок 4.2 – Вантажні ланцюги

За конструкцією зварні ланцюги поділяються на: коротколанкові (крок ланцюга $p = 2,6d$) і довголанкові ($p = 3,6d$); за точністю – калібровані (відхилення кроку $\pm 0,03d$, ширини ланки $\pm 0,05d$) та некалібровані ($\pm 0,1d$). Калібровані коротколанкові ланцюги застосовують як приводні.

Розрахунок ланцюгів доволі складний, оскільки кожна ланка на блоці або барабані зазнає складних деформацій – розтягу, вигину в двох площинах та контактних деформацій у статично невизначених системах. Тому ланцюги, як і канати, вибирають за розривним зусиллям, беручи такі коефіцієнти запасу міцності: $s = 6 \div 8$ для машинного привода, $s = 3$ для ручного. Максимальний натяг ланцюга залежить не лише від ваги вантажу і кількості гілок z , на яких висить вантаж, а також і від кута нахилу гілок.

Переваги зварних ланцюгів: велика гнучкість в усіх напрямках (що важливо для стропування вантажу); малі габаритні розміри ланцюгового привода. Недоліки: велика лінійна маса; недостатня надійність, оскільки не можна передбачити раптовий розрив ланцюга; велика чутливість до динамічних навантажень; мала допустима швидкість руху ланцюга ($0,5 \div 1,5$ м/с), що обмежує їх використання (менше значення – на зірочках, більше – на гладеньких барабанах).

Пластинчасті ланцюги складаються з окремих пластин, з'єднаних між собою валиками. Число пластин залежить від вантажопідйомності і може бути від 2 до 12. Застосовують пластинчасті ланцюги в талях та підйомних механізмах з напрямними, а також при великих навантаженнях і малих висотах підйому в спеціальних машинах, де необхідно забезпечити невеликі габаритні розміри приводу та малі витягування тягового органу їх виготовляють із сталей 40, 45, 50 ($\sigma_b = 570\div 630$ МПа) і випробовують так, як і зварні ланцюги. Вибирають ланцюги за розривним зусиллям.

Пластинчасті ланцюги мають ті ж самі недоліки, що і зварні, але вони більш надійні в роботі, оскільки немає зварного стику і елементи ланцюга виготовлені з міцної сталі; вони забезпечують більш плавну роботу приводу порівняно зі зварними ланцюгами.

4.2 Обладнання та матеріали

4.2.1 Зразки гнучких вантажних органів.

4.2.2 Вимірвальний інструмент.

4.3.3 Порядок виконання роботи

4.3.1 Ознайомитись з конструкцією зразків гнучких вантажних органів. Накреслити їх ескіз.

4.3.2 Виконати необхідні виміри, записати позначення гнучкого вантажного органу.

4.3.3 Розрахувати максимальний натяг однієї гілки даного гнучкого вантажного органу.

4.3.4 Визначити розривне зусилля даного гнучкого вантажного органу з умов міцності.

4.3.5 Використовуючи гнучкі вантажні органи та схеми їх зачепки провести зачалку вантажа, його підйом та опускання.

4.3.6 Схеми зачалки зобразити у звіті.

4.4 Зміст звіту

4.4.1 Назва роботи і її мета.

4.4.2 Необхідні теоретичні дані.

4.4.3 Обладнання та матеріали.

4.4.4 Порядок виконання роботи.

4.4.5 Експериментальні результати.

4.4.6 Аналіз результатів і висновки по роботі.

4.5 Питання для самоконтролю

4.5.1 Які Ви знаєте типи гнучких вантажних органів?

4.5.2 За якими ознаками класифікуються сталеві канати?

4.5.3 На які види деформацій працюють канати?

4.5.4 Які є способи підвищення довговічності канатів?

4.5.5 Як класифікуються вантажні ланцюги?

4.5.6 За якими параметрами вибирають тип і розміри канату?

5 Лабораторна робота №5 ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГІДРАВЛІЧНОГО ДОМКРАТА З РУЧНИМ ПРИВОДОМ

Мета роботи – ознайомитися з конструкцією та принципом дії гідравлічного домкрата, визначити основні параметри, розрахувати вантажність

5.1 Інформація для самостійної підготовки

Перевагою гідравлічних домкратів над механічними є велика вантажність (300...500 кН), порівняно високий ККД (0,7...0,75), плавність піднімання і опускання вантажу, можливість встановлення його в будь-якому положенні.

Розрізняють три основних види гідравлічних домкратів: звичайні, телескопічні та безперервної дії (з механічним приводом). Звичайний гідравлічний домкрат М-55 (рис. 5.1) вантажопідйомністю 50 кН використовується для комплектування автомобілів та іншої техніки.

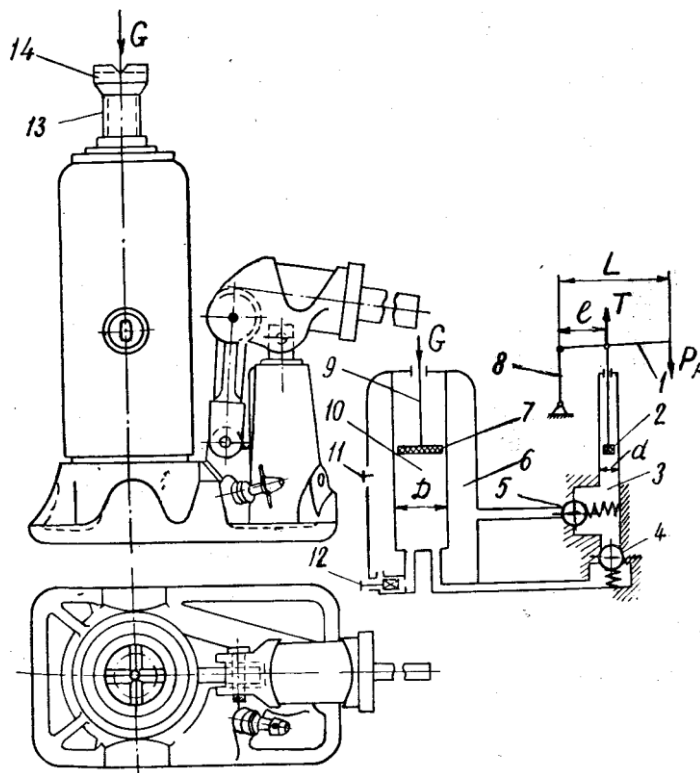


Рисунок 5.1 – Гідравлічний домкрат

Телескопічний домкрат відрізняється від звичайного тим, що може піднімати вантаж на висоту вдвічі більшу без перестановки, завдяки наявності двох поршнів, які входять один в другий. Під час подачі робочої рідини під поршні відбувається послідовне переміщення спочатку зовнішнього, а потім внутрішнього поршня.

В домкрат безперервної дії робоча рідина подається в надпоршневий простір, в результаті чого уверх переміщується не поршень, а весь корпус разом з вантажем.

При конструюванні гідравлічних домкратів можна легко одержати великі передаточні числа і малі габаритні розміри при великій вантажопідйомності.

У сільськогосподарських ремонтних майстернях застосовують гідравлічні домкрати з ручним приводом вантажопідйомністю 20...50 кН.

Будова і принцип дії гідравлічного домкрата (рис. 5.1) такі: насос, який складається з циліндра 3, плунжера 2, важеля 1 і серги 8, подає рідину (дизельне мастило) через нагнітаючий клапан 4 в робочий циліндр 10, створюючи тиск рідини на поршень 7 і шток 9.

У тіло робочого поршня 7 вгвинчено гвинт 13, на якому закріплено опорну головку 14. При зворотному ході плунжера насоса рідина з резервуара б надходить через всмоктуючий клапан 5 у циліндр насоса 3.

Піднятий вантаж опускають, випускаючи рідину з робочого циліндра 10 в резервуар б за допомогою перепускного крана 12, який відкривають вручну. Перед початком експлуатації домкрата в резервуар б треба залити робочу рідину до рівня пробки 11 і перед початком підйому підвести головку 14 гвинта 13 впритул до вантажу.

Рівняння рівноваги сил, прикладених до важеля 1 насоса, має наступний вигляд:

$$F_p L - T l = 0, \quad (5.1)$$

де F_p – сила робітника, Н;

T – сила опору руху поршня насоса, Н;

L і l – плечі важеля, м.

Сила, що діє на поршень насоса визначається за формулою:

$$T = p \frac{\pi d^2}{4\eta}, \quad \text{Н}, \quad (5.2)$$

Де p – тиск рідини в циліндрах домкрата, Н/м²;

d – діаметр циліндра насоса, м;

$\eta = 0,75...0,8$ – ККД домкрата.

Тиск рідини в робочому (вантажному) циліндрі домкрата:

$$p = k \frac{4F_g}{\pi D^2}, \quad \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}, \quad (5.3)$$

де $k = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує втрати на тертя ущільнюючих манжет поршня об стінки циліндра і опір у клапанах;

D – діаметр робочого циліндра, м.

Зазвичай тиск рідини $p \leq 10 \text{ МПа}$.

Підставивши значення T , і p у рівняння (5.1) і (5.2), можна визначити силу робітника:

$$F_p = kF_g \frac{l}{L} \cdot \frac{d^2}{D^2 \eta}, H. \quad (5.4)$$

Відношення $\frac{l}{L}$ приймають від 0,05 до 0,1.

Об'єм рідини, яку подає насос у робочий циліндр домкрата за одну хвилину, визначається за формулою:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \beta n s, \frac{m^3}{xв.}, \quad (5.5)$$

де n – кількість подвійних ходів плунжера насоса за хвилину;

s – хід плунжера насоса, m ;

$\beta = 0,09...0,095$ – коефіцієнт втрати рідини через ущільнення.

Швидкість піднімання робочого поршня домкрата з вантажем:

$$v = \frac{4V}{\pi D^2}, \frac{m}{xв.}. \quad (5.6)$$

Зовнішній діаметр D_3 робочого циліндра визначається виходячи з теорії розрахунку на міцність товстостінних посудин:

$$\sigma_p = 2p \frac{D_3^2}{D_3^2 - D^2}, МПа.$$

Інші розміри можна визначити з розрахунку на міцність за загальноприйнятою методикою.

5.2 Обладнання та матеріали

5.2.1 Домкрат гідравлічний.

5.2.2 Вимірювальний інструмент.

5.2.3 Універсальна машина УМ-5.

5.3 Порядок виконання роботи

5.3.1 Ознайомитися з конструкцією гідравлічного домкрата.

5.3.2 Накреслити ескіз з нанесенням основних розмірів.

5.3.3 Виконати необхідні виміри.

5.3.4 Розрахувати вантажність домкрата.

5.3.5 Оформити звіт за протоколом (табл. 5.1, 5.2).

5.3.6 Встановити домкрат між захватами розривної універсальної машини, привести домкрат у дію і зняти показники визначених зусиль, що розвиває домкрат. Отримані результати порівняти з розрахунковими. Зробити висновки.

Таблиця 5.1

Експериментальне визначення основних параметрів гідравлічного домкрата

№ з/п	Об'єкт вимірів	Позначення	Результат	Розмірність
1	2	3	4	5
1.	Діаметр штока	d		
2.	Хід штока	h		
3.	Діаметр робочого плунжера	D		
4.	Хід робочого плунжера	H		
5.	Передаточне число важільної системи	u		
6.	Зусилля робітника	F_p		
7.	Кількість робочих ходів важеля за хвилину	m	30	
8.	Коефіцієнт втрат в манжетах	η_m	0,95	
9.	Коефіцієнт корисної дії домкрата	η_d	0,9	
10.	Товщина стінки циліндра	δ		
11.	Матеріал робочого циліндра	$Ст3 [\sigma_p]$	50	Н/мм ²

Таблиця 5.2

Розрахункові параметри гідравлічного домкрата

№ з/п	Об'єкт вимірів	Позначення	Результат	Розмірність
1.	Зусилля на робочому плунжері	$T = F_p u \eta_m$		
2.	Тиск в робочому циліндрі	$p = \frac{4T}{\pi d^2} \eta_d$		
3.	Вантажність домкрата	$F_g = \frac{\pi D^2}{4} p$		
4.	Об'єм рідини, що подається в робочий циліндр	$V = \frac{\pi d^2}{4} m h$		
5.	Швидкість піднімання робочого плунжера	$v = \frac{4V}{\pi D^2}$		
6.	Мінімально допустима товщина стінки циліндра з умови міцності на розрив	$\delta = \frac{pD}{2 \sigma_p}$		

5.4 Зміст звіту

- 5.4.1 Назва роботи і її мета.
- 5.4.2 Необхідні теоретичні дані.
- 5.4.3 Обладнання та матеріали.
- 5.4.4 Порядок виконання роботи.
- 5.4.5 Експериментальні результати.
- 5.4.6 Аналіз результатів і висновки по роботі.

5.5 Питання для самоконтролю

- 5.5.1 Які основні типи домкратів Вам відомі?
- 5.5.2 Як класифікуються гідравлічні домкрати?
- 5.5.3 Які приводи гідравлічних домкратів Ви знаєте?
- 5.5.4 У чому полягає принцип роботи гідравлічного домкрата з ручним приводом?
- 5.5.5 Від чого залежить ККД гідравлічного домкрата?
- 5.5.6 З яких основних елементів складається гідравлічний домкрат?
- 5.5.7 У чому полягає методика розрахунку гідравлічного домкрата?

6 Лабораторна робота №6 ВАНТАЖНІ АВТОМОБІЛІ

Мета роботи – вивчити методику розрахунку змінної продуктивності та пробігу вантажного автомобіля

6.1 Інформація для самостійної підготовки

Автомобіль – це самохідний транспортний засіб, призначений для перевезення людей, доставки вантажів або здійснення індивідуальних операцій. Всі автомобілі мають різні класифікації і функції, і діляться на вантажні, пасажирські і спеціальні. Класифікація вантажних автомобілів відбувається за принципами, викладеними нижче.

За призначенням: авто загального призначення та спеціалізованого. Перші призначені для перевезення будь-яких нерідких вантажів (рідини перевозяться в спеціальній тарі, а кузов являє собою платформу з бортами), а другі – для транспортування певного типу вантажів: самоскиди, цистерни тощо.

По прохідності найбільш поширені авто звичайної прохідності, тобто здатні їздити по асфальтованих дорогах. Але є також вантажівки, що мають підвищену і високу прохідність, вони використовуються у важких дорожніх умовах. Важлива характеристика колісних машин – колісна формула, що складається з двох цифр, які означають відповідно кількість усіх коліс і кількість ведучих (тягових). Наприклад, за колісною формулою 4×2 машина має чотири колеса, з них два – тягові.

Пристосованість машини до кліматичних умов: вантажівки для помірного, спекотного і холодного (північного) клімату. Відзначимо, що автомобілі для спекотного клімату виробляються на базі машин для помірного.

За характером використання вантажівки діляться на тягачі та одиночні. Тягач також називають автопоїздом, так як він призначений для транспортування одного або декількох причепів з вантажем.

Класифікація автомобілів даної категорії виділяє їх вантажопідйомність. Так, особливо малі призначені для перевезення вантажів вагою від 0,3 до 1 тони; малі – від 1 до 3 тон; середні – від 3 до 5-ти; великі – від 5 до 8-ми; особливо великі – від 8 тон.

За типом шасі машини діляться на рамні і безрамні. До перших відносяться авто, де підставою служить рама, до якої в подальшому кріпляться різні механізми і складові частини; на других ж вона відсутня, і монтаж проводиться безпосередньо до самого кузова, який вважається несучим.

За типом двигуна: карбюраторні (споживають бензин), дизельні і електричні (працюють від акумуляторних батарей).

Для базових моделей вантажівок застосовуються спеціальні індекси, що включають в себе позначення заводу-виробника і чотири цифри, де перша вказує на клас авто, друга – його вид, а останні дві (від 01 до 99) – номер

моделі. Всього класифікація автомобілів вантажного типу розрізняє сім класів, які залежать від загальної маси машини. Таким чином, до першого належать авто масою до 1,2 т; до другого – від 1,2 до 2 т; до третього – від 2 до 8 т; до четвертого – від 8 до 14 т; до п'ятого – від 14 до 20 т; до шостого – від 20 до 40 т; до сьомого – від 40 і вище.

Щоб позначити вид вантажного авто, також використовуються цифри: бортовий – 3; тягач – 4; самоскид – 5; цистерна – 6; фургон – 7; резерв – 8; спеціальний – 9.

Подібна класифікація автомобілів допомагає визначити, що за вантажівка знаходиться перед вами. Розглянемо на прикладі: перед вашими очима машина, записана як ЗІЛ-4314. Отже, нам тепер відомо, якому заводу-виробнику належить даний транспортний засіб (ЗІЛ), а також те, що його маса становить від 8 до 14-ти тон (цьому відповідає перша цифра 4), його платформа – бортова (цифра 3), а модель – 14-а. Якщо крім цього ви зустрінете запис типу «6×4», це буде позначати колісну формулу, де 6 – їх загальна кількість, а 4 – кількість ведучих.

Розрахунок продуктивності та пробігу вантажного транспорту здійснюється у наступній послідовності.

1. Визначається чисельне значення динамічного фактору:

$$D = f \pm i, \quad (6.1)$$

де f – коефіцієнт опору кочення пневмоколіс;

i – підйом (+) або ухил (–) ділянки траси для завантаженого автомобіля, (див. Додаток Б, табл. 1), для порожнього автомобіля знак перед i поміняти на протилежний.

2. Швидкість руху завантаженого і порожнього автосамоскида на кожній ділянці траси залежить від величини D . Якщо $D \geq 0$, швидкість визначається за динамічною характеристикою автомобіля (рис. 6.1). Якщо $D < 0$, швидкість автомобіля розраховується за формулою, км/год.:

$$v = 3,6 \sqrt{g \cdot S_2 \cdot \varphi + f - i}, \quad (6.2)$$

де g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

S_2 – гальмівний шлях автосамоскида, м (див. Додаток Б, табл. 2);

φ – коефіцієнт зчеплення (див. Додаток Б, табл. 1).

При визначенні швидкості завантаженого автомобіля слід користуватись залежністю $v = f(D)$ на графіках, при визначенні швидкості порожнього автомобіля слід користуватись залежністю $v = f(D_0)$ на графіках (рис. 6.1).

3. Час проходження кожної ділянки траси завантаженим та порожнім автомобілем, с:

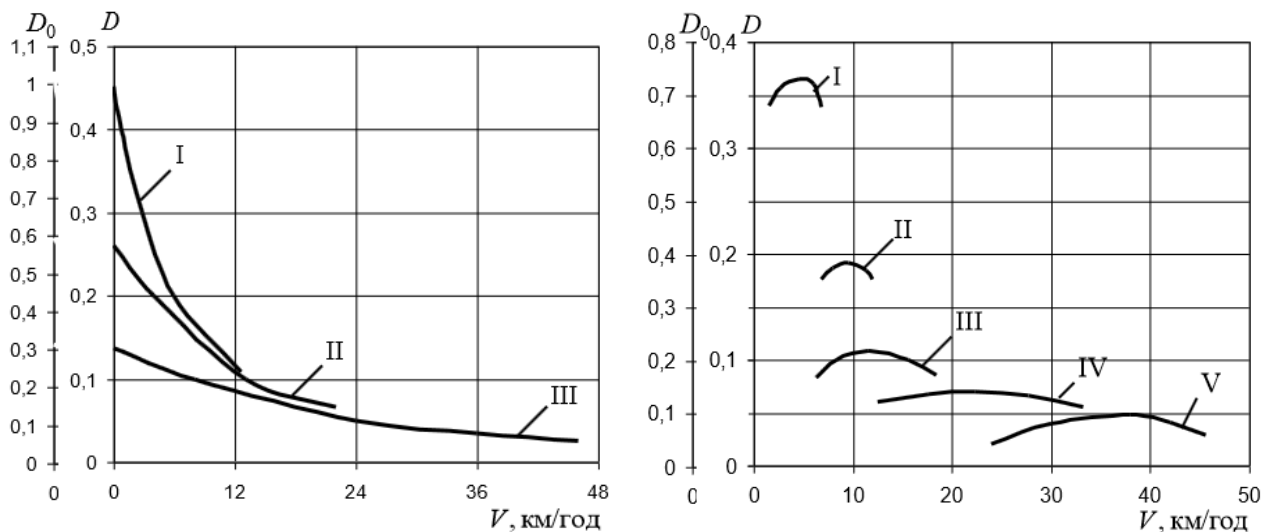
$$t^{заг} = \frac{l_i}{0,9v_i^{заг}}; \quad t^{пор} = \frac{l_i}{0,9v_i^{пор}}, \quad (6.3)$$

де l_i – довжина ділянки траси, м (див. Додаток Б, табл. 1);

$V_i^{зав}$ – швидкість завантаженого автомобіля на i -й ділянці, м/с;

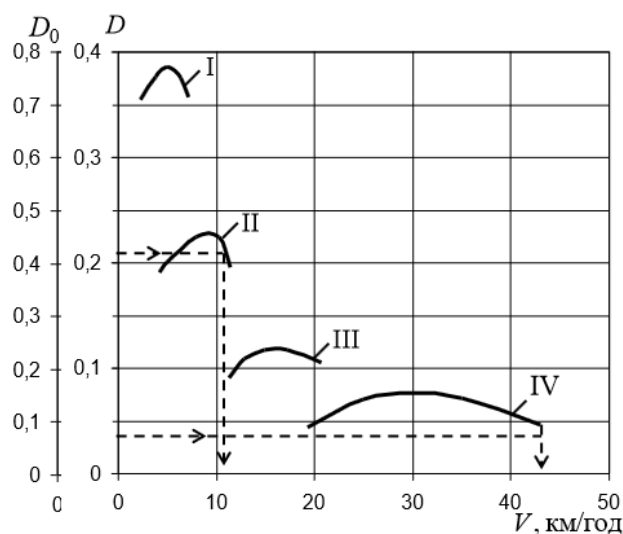
$V_i^{пор}$ – швидкість порожнього автомобіля на i -й ділянці, м/с;

0,9 – коефіцієнт, який враховує витрати часу на прискорення та уповільнення руху.



а)

б)



в)

D_0 – для порожнього самоскида; D – для завантаженого самоскида;
 а – БелАЗ-540; б – КрАЗ-256Б; в – МАЗ-5549

Рисунок 6.1 – Динамічні характеристики самоскидів

4. Тривалість одного рейсу T_p автомобіля, с:

$$T_p = \sum t_i^{зав} + \sum t_i^{пор} + t_1 + t_2, \quad (6.4)$$

де t_1, t_2 – відповідно тривалість завантаження і розвантаження автомобіля, с (див. Додаток Б, табл. 2).

5. Технічна продуктивність $\Pi_{техн}$ автомобіля, т/год:

$$\Pi_{\text{техн}} = \frac{Qk_{\text{зав}}}{T_p}, \quad (6.5)$$

де Q – маса вантажу в автомобілі, t (див. Додаток Б, табл. 2);
 $k_{\text{зав}}$ – коефіцієнт завантаження (див. Додаток Б, табл. 3);
 T_p – тривалість одного рейсу автомобіля, год.

6. Кількість ходок n_x автомобіля за зміну:

$$n_x = \frac{T \cdot k_g}{T_p}, \quad (6.6)$$

де T – нормативний змінний час, $T = 8 \text{ год.} = 28800 \text{ с}$;
 k_g – коефіцієнт використання змінного часу, $k_g = 0,8 \dots 0,9$.

Отриманий результат округлюємо до цілого значення.

7. Змінна продуктивність $\Pi_{\text{змін}}$ автомобіля, $t/\text{зм.}$:

$$\Pi_{\text{змін}} = n_x Q, \quad (6.7)$$

8. Пробіг $L_{\text{змін}}$ автомобіля за зміну, m :

$$L_{\text{змін}} = n_x \cdot 2 l_1 + l_2 + l_3. \quad (6.8)$$

Траса має три ділянки: l_1, l_2, l_3 , ухил траси: i_1, i_2, i_3 .

6.2 Обладнання та матеріали

6.2.1 Вантажний автомобіль.

6.2.2 Вихідні дані для розрахунку.

6.2.3 Калькулятор.

6.3 Порядок виконання роботи

6.3.1 Визначити тип шасі, колісну формулу, тип двигуна, вантажопідйомність автомобіля.

6.3.2 Визначити швидкості руху завантаженого та порожнього самоскида на кожній ділянці траси.

6.3.3 Визначити тривалість руху завантаженого та порожнього самоскида на кожній ділянці траси.

6.3.4 Визначити тривалість рейсу самоскида, включаючи час на завантаження та вивантаження. Розрахункові дані оформити згідно табл. 6.1.

6.3.5 Розрахувати технічну та змінну продуктивності самоскида.

6.3.6 Визначити змінний пробіг самоскида.

6.3.7 Провести аналіз отриманих результатів та зробити висновки.

6.4 Зміст звіту

6.4.1 Назва роботи і її мета.

6.4.2 Необхідні теоретичні дані.

6.4.3 Обладнання та матеріали.

6.4.4 Порядок виконання роботи.

6.4.5 Експериментальні результати.

6.4.6 Аналіз результатів і висновки по роботі.

Таблиця 6.1

Розрахункові величини часу проходження ділянок траси автомобілем

Позначення ділянки	Довжина ділянки, м	Підйом (ухил) ділянки	Швидкість пробігу ділянки, км/год	Час пробігу ділянки, с
Завантажений автомобіль				
l_1				
l_2				
l_3				
				$\sum t_i^{\text{зав}}$
Порожній автомобіль				
l_1				
l_2				
l_3				
				$\sum t_i^{\text{пор}}$

6.5 Питання для самоконтролю

6.5.1 Принципи класифікації вантажних автомобілів.

6.5.2 Складові циклу роботи самоскида.

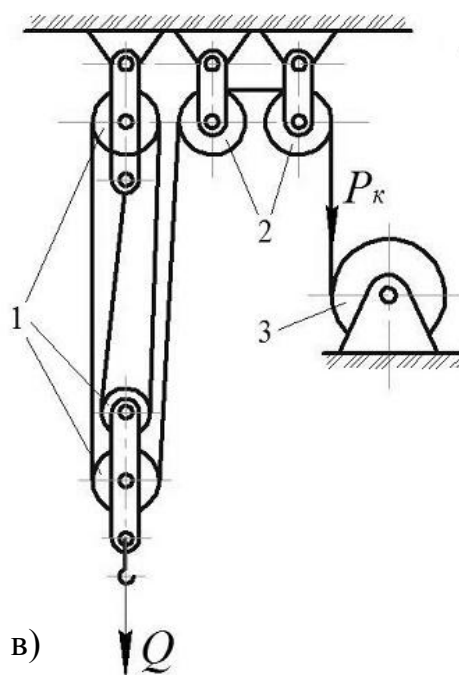
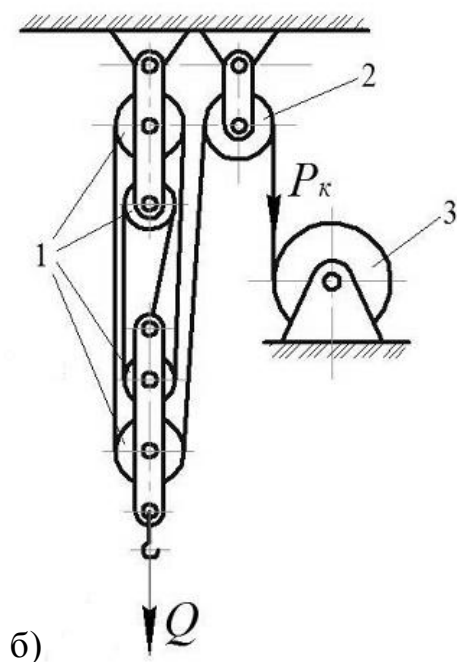
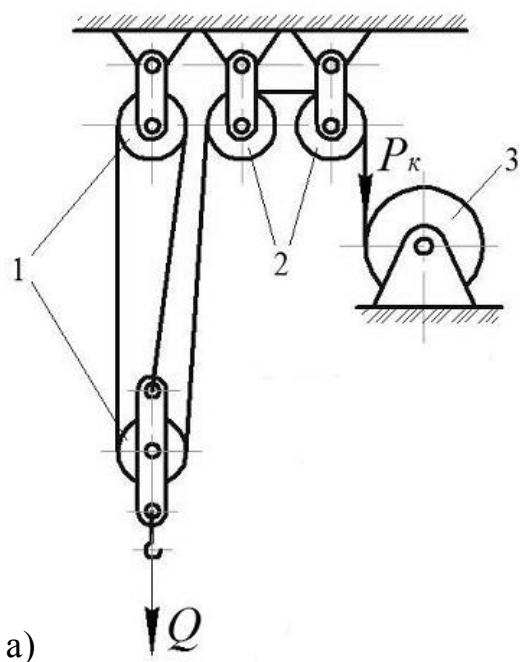
6.5.3 Які шляхи підвищення продуктивності самоскидів Ви знаєте?

6.5.4 Які заходи для зменшення часу циклу Ви можете назвати?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Баладинський В.Л. та ін. Будівельні машини: Збірник вправ. – К.: Вища школа, 1997. – 123 с.
2. Добронравов С.С., Дронов В.Г. Машини для городского строительства. – М.: Высшая школа, 1999.– 276 с.
3. Евдокимов В.А. Механизация и автоматизация строительного производства. – Л.: Стройиздат, 1990. – 292с.
4. Коруняк П.С., Баранович С.М., Власюк І.В., Швець О.П. Підйомно-транспортні машини: Лабораторний практикум. 2-е видання, виправлене і доповнене. - Львів: ЛНАУ, 2014. – 107с.
5. Костюк В.Є. Машинознавство й основи стандартизації. Курс лекцій – Харків: ХДАМГ, 2001. – 356с.
6. Оніщенко О.Г., Помазан В.М.. Будівельна техніка: Навч. посібник – К.: Урожай, 1999. – 300 с.
7. Оніщенко О.Г. та ін. Механізація опоряджувальних робіт у будівництві. – К.: Урожай, 1998. – 223 с.
8. Панченко В.О., Костюк М.Г., Качура А.О. Технологія і механізація будівельних процесів: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 242 с.
9. Строительные машины. Т.1. Справочник. Под общ. ред. Э.Н. Кузина. – М.: Машиностроение, 1991. – 486 с.
10. Фиделев А.С. Строительные машины зарубежных стран. – К.: Вища школа, 1984. – 125 с.

Комплекти блоків



Характеристика траси

Варі- ант	Довжина ділянки, м			Підйом (ухил) ділянки			Коефіцієнти	
	l_1	l_2	l_3	i_1	$i_2 (-)$	i_3	f	Φ
1	400	1600	300	0,02	0,06	0,045	0,04	0,4
2	450	1700	400	0,08	0,07	0,035	0,02	0,3
3	500	1800	500	0,04	0,11	0,065	0,05	0,5
4	550	2000	300	0,025	0,08	0,055	0,07	0,35
5	800	2500	450	0,03	0,05	0,02	0,03	0,45
6	650	3000	500	0,035	0,045	0,07	0,04	0,3
7	700	1600	350	0,06	0,08	0,045	0,02	0,25
8	750	1700	400	0,04	0,075	0,03	0,05	0,5
9	800	1750	350	0,02	0,055	0,025	0,055	0,4
10	850	1900	300	0,07	0,07	0,04	0,03	0,35
11	900	2400	450	0,05	0,1	0,06	0,035	0,4
12	950	1600	300	0,03	0,055	0,065	0,025	0,25
13	650	2000	550	0,025	0,06	0,07	0,035	0,5
14	400	1850	350	0,065	0,085	0,03	0,045	0,3
15	850	2300	450	0,075	0,04	0,025	0,06	0,25
16	400	2500	600	0,03	0,12	0,05	0,045	0,5
17	500	1600	400	0,045	0,065	0,075	0,065	0,4
18	750	2100	550	0,04	0,07	0,035	0,03	0,25
19	450	1900	300	0,035	0,095	0,05	0,02	0,3
20	900	1650	450	0,08	0,07	0,06	0,035	0,35
21	450	2000	300	0,065	0,09	0,035	0,045	0,5
22	500	1400	350	0,04	0,05	0,04	0,04	0,4
23	700	1500	500	0,04	0,075	0,08	0,03	0,3
24	650	1700	650	0,025	0,065	0,045	0,035	0,4
25	600	1800	450	0,045	0,08	0,03	0,025	0,35
26	550	2000	550	0,05	0,11	0,06	0,065	0,5
27	700	1750	500	0,025	0,085	0,05	0,03	0,45
28	550	2100	600	0,05	0,06	0,075	0,04	0,4
29	600	1800	400	0,06	0,1	0,04	0,025	0,5
30	700	2200	650	0,055	0,09	0,055	0,05	0,45

Таблиця 2

Характеристика рухомого складу

Варіант	Марка	Маса вантажу, кг	Тривалість		Шлях гальмування, м
			завантаження, с	розвантаження, с	
1-10	МАЗ-5549	8000	135	80	7
11-20	КрАЗ-256Б	12000	140	100	8
21-30	БелАЗ-540	27000	300	210	15

Таблиця 3

Коефіцієнт завантаження автомобіля $k_{зав}$

Варіант	$k_{зав}$
1-5	1
6-10	0,9
11-15	0,8
15-20	0,7
21-25	0,6
26-30	0,5