

Тема 4 Трелювання деревини

4.1 Способи трелювання та їх класифікація

Трелювання – це переміщення дерев, стовбурів або сортиментів від місця звалювання до верхнього складу чи відвантажувального пункту. *Метою трелювання* є збір дерев, стовбурів чи сортиментів із відносно великої площі на спеціально підготовлені відвантажувальні майданчики або верхні склади біля лісовозних доріг. Трелювання – це особлива операція в технологічному процесі лісозаготівлі. На неї припадає 25-30 % трудозатрат з лісосічних робіт і 10-12 % всіх трудовитрат по комплексу лісозаготівельного виробництва. Машини, які застосовують на трелюванні, мають великі тягові зусилля, високу прохідність і характеризуються порівняно незначними швидкостями руху.

Існують різні засоби і способи трелювання. Застосування тих чи інших трелювальних засобів обумовлюється, в першу чергу, природними умовами: рельєфом місцевості, несучою здатністю ґрунтів, запасом деревини на 1 га, середнім об'ємом стовбурів, загальним запасом деревини на лісосіці, наявністю підросту, а також забезпеченістю трелювальними засобами і вартістю трелювання.

В даний час тракторами виконують понад 80 % основного обсягу робіт з трелювання. Канатні установки, рідше гелікоптери, аеростати та гвинтокрили застосовують для транспортування деревинної сировини з лісосік, розташованих у важкодоступній гірській місцевості. Але на сьогодні такі способи трелювання (окрім канатних установок) знаходяться на стадії наукових досліджень і конструкторських напрацювань. У важкодоступних гірських умовах на трелюванні застосовують лісоспуски, лотки і кінну тягу.

Трелювання класифікують за такими ознаками:

- За видом вантажу, що переміщається – трелювання дерев, стовбурів, сортиментів.
- За способом трелювання – за відземки, за верхівки.

- За положенням вантажу, що переміщається відносно землі – волоком, у півнавантаженому, у півпідвішеному, підвішеному і в навантаженому стані.
- За конструкцією засобів для формування пачки – за допомогою чокерів, маніпуляторів чи кліщових захоплювачів.

Найбільше поширення отримало трелювання дерев і стовбурів у півнавантаженому стані (півволоком), коли один кінець пачки, що трелюється, навантажений на трелювальну машину, а інший волочиться по землі або снігу. Основним способом є трелювання за відземки, оскільки робота усіх лісозаготівельних машин заснована на цьому способі. Сортименти трелюють у невеликих об'ємах – переважно в горах і в регіонах з густою мережею доріг загального призначення, при заготівлі спецсортиментів і при доглядових рубаннях. Трелювання деревинної сировини у повністю навантаженому стані можливе при використанні колісних тракторів з причіпами або потужних тракторів, що переміщують пачки дерев або стовбурів на собі. Усі наявні трелювальні трактори здійснюють безчокерне трелювання дерев чи стовбурів за відземки в півнавантаженому стані. Весь комплекс безчокерного трелювання виконує один робітник – тракторист-оператор.

4.2 Трелювання деревинної сировини тракторами

Трелювальні трактори принципово відрізняються від звичайних. Вони оснащені спеціальним технологічним обладнанням. Кабіна зазвичай винесена до переду, що необхідно для розміщення на тракторі технологічного обладнання і розташування відземкового або верхівкового кінця пачки, що трелюється.

Основні вимоги до трелювальних тракторів – їх висока прохідність, що забезпечує роботу практично на будь-яких лісових ґрунтах з подоланням

перешкод, звичайних для умов лісосіки і тому, ходова частина повинна мати підвищену міцність.

У даний час на лісозаготівельні підприємства надходять гусеничні трактори ТТ-4 (ТТ-4М) та виготовлені на їхній базі трактори для безчокерного трелювання ТБ-1 (ТБ-1М), ЛП-18А і ЛТ-154, а також колісні трактори ЛТ-157 та ЛТ-171.

Трактори ТТ-4 і ТТ-4М (клас тяги 4т) рекомендують застосовувати в лісозаготівельних районах, де середній об'єм стовбура становить $0,4 \text{ м}^3$ і більше. При середньому об'ємі стовбура до $0,4 \text{ м}^3$ застосовують трактори ТДТ-55А (клас тяги 3 т). В останні роки спостерігається тенденція до оснащення тракторами ТТ-4 і ТТ-4М та модифікаціями, створеними на їх базі тих регіонів, де деревостани відносно маломірні.

Колісні трактори ЛТ-157 та ЛТ-171 (клас тяги 3 т) пропонується використовувати в першу чергу на підприємствах, для лісфонду яких характерні сухі, добре дреновані ґрунти.

На трелювальних тракторах встановлюють навісне технологічне обладнання, що дає змогу ефективно, без використання ручної праці виконувати прийоми, пов'язані з підтягуванням, підніманням, переміщенням і розвантажуванням багатотонних лісових вантажів.

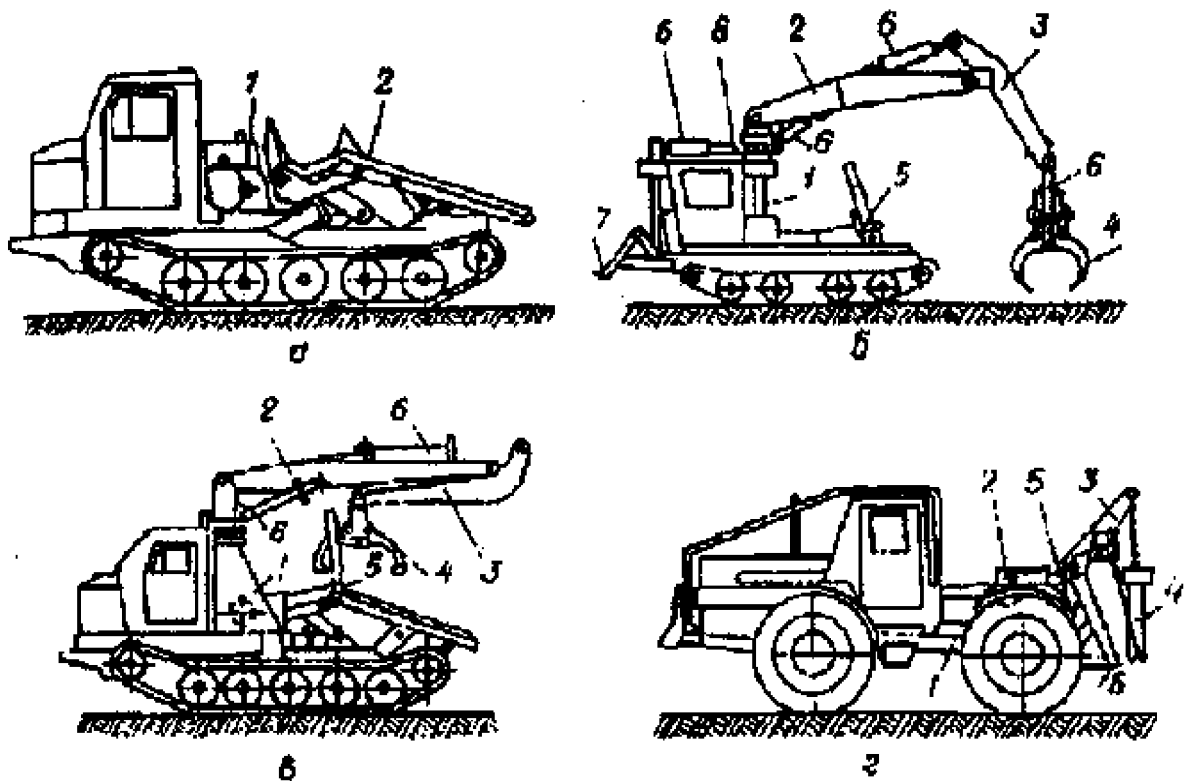


Рисунок 4.1 – Трелювальні трактори (машини, агрегати): а - гусеничний трелювальний трактор: 1 - лебідка; 2 - відкидний навантажувальний щит; б і в - трелювальні трактори з гідроманіпулятором ТБ-1 (ТБ-1М і ЛП-18А): 1 - поворотна колона; 2 - стріла; 3 - руків'я; 4 - кліщовий захоплювач; 5 - коник; 6 - гідроциліндри; 7 - бульдозерний відвал; 8 - ланцюгова передача; г - колісний трактор з кліщовим захоплювачем ПТ-157: 1 - рама; 2 - лебідка; 3 - стріла (арка); 4 - кліщовий захоплювач; 5 - гідроциліндр; 6 - підпирний щит

У даний час застосовують декілька різновидів технологічного обладнання, що включає дві різні групи: для безчокерного (повністю механізованого) трелювання та для чокерного, при якому неможливо обійтись без застосування ручної праці. Технологічне обладнання для безчокерного трелювання поділяють на дві групи: для поштучного формування пачки (гідроманіпулятори, затискні коники, канатні затискувачі, навантажувальні важелі, платформи) і для трелювання заздалегідь підготовленої пачки (пачкові захоплювачі).

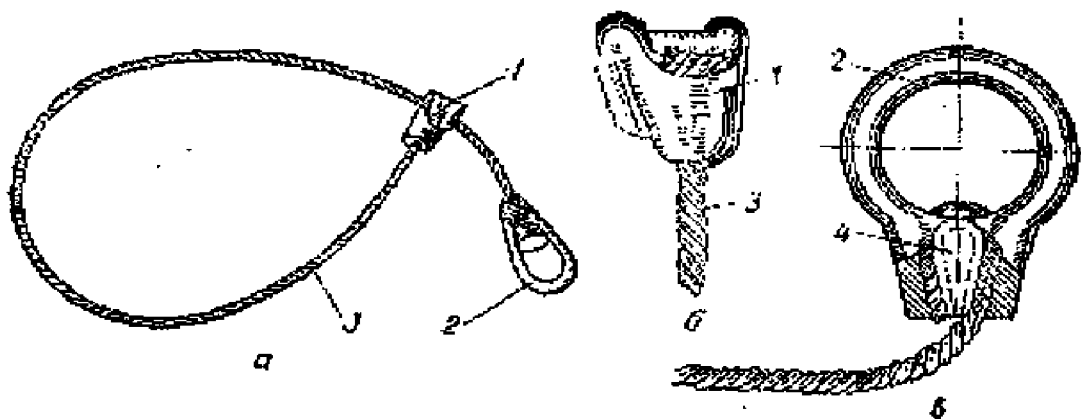


Рисунок 4.2 – Чокер трелювальний: а - чокер у зборі; б - гак; в - кільце;
1 - гак; 2 - кільце; 3 - канат; 4 - вкладний елемент

4.3 Схеми розміщення трелювальних волоків на лісосіці

Схема розміщення трелювальних волоків на лісосіці повинна найефективніше забезпечити трелювання лісу зі всієї площі освоюваної лісосіки при незначній середній відстані трелювання та при якнайкращому зберіганні підросту. Головними факторами, що впливають на схему розміщення волоків є рельєф місцевості, ґрунтові умови, характер лісонасадження, розміри лісосік, тип трелювального і навантажувального механізмів, вид лісовозного транспорту.

Паралельна схема з одним навантажувальним пунктом. Лісосіку розбивають паралельними пасічними волоками, розміщеними перпендикулярно до лісовозного вуса. Деревинну сировину відвантажують з одного відвантажувального пункту. Пасіка має прямокутну форму і однакові розміри. Використовують при тракторному трелюванні для розроблення невеликих лісосік із збереженням підросту, при біологічному сушінні дерев, при поступових рубках. Перевага схеми в тому, що трактор працює протягом зміни як на пасічних так і на магістральних волоках; досить проста схема розбивання лісосіки на пасіки і легко дотримуватись черговості пасік при їх розроблянні.

Паралельна схема з кількома навантажувальними пунктами..

Лісосіку розбивають паралельними пасічними волоками, розміщеними перпендикулярно до лісовозного вуса, а відвантажувальні пункти розташовують вздовж усього лісовозного вуса. Використовують при наявності мобільних навантажувальних засобів (щелепних навантажувачів) та плавному рельєфі місцевості. Ця схема дозволяє скоротити відстань трелювання, зробити запаси лісу вздовж вуса біля лісовозної дороги.

Діагональна схема із розміщенням магістральних волоків по діагоналях розроблюваної ділянки лісосіки передбачає відвантаження лісу з одного верхнього складу. Пасічні волоки прилягають до магістрального під кутом $45-60^{\circ}$. Застосовують у рівнинній та горбистій місцевості при наявності на лісосіці куртин молодняка, галявин.

Радіальну схему застосовують на лісосіках з слабкими ґрунтами. Магістральні волоки розташовують на найкоротшій відстані до одного верхнього складу, пасічні волоки прилягають до магістрального під кутом $45-60^{\circ}$.

Віялову схему використовують при трелюванні лісоматеріалів канатними установками. Лісосіку розбивають на пасіки у вигляді трикутників секторів, посередині яких проходять волоки.

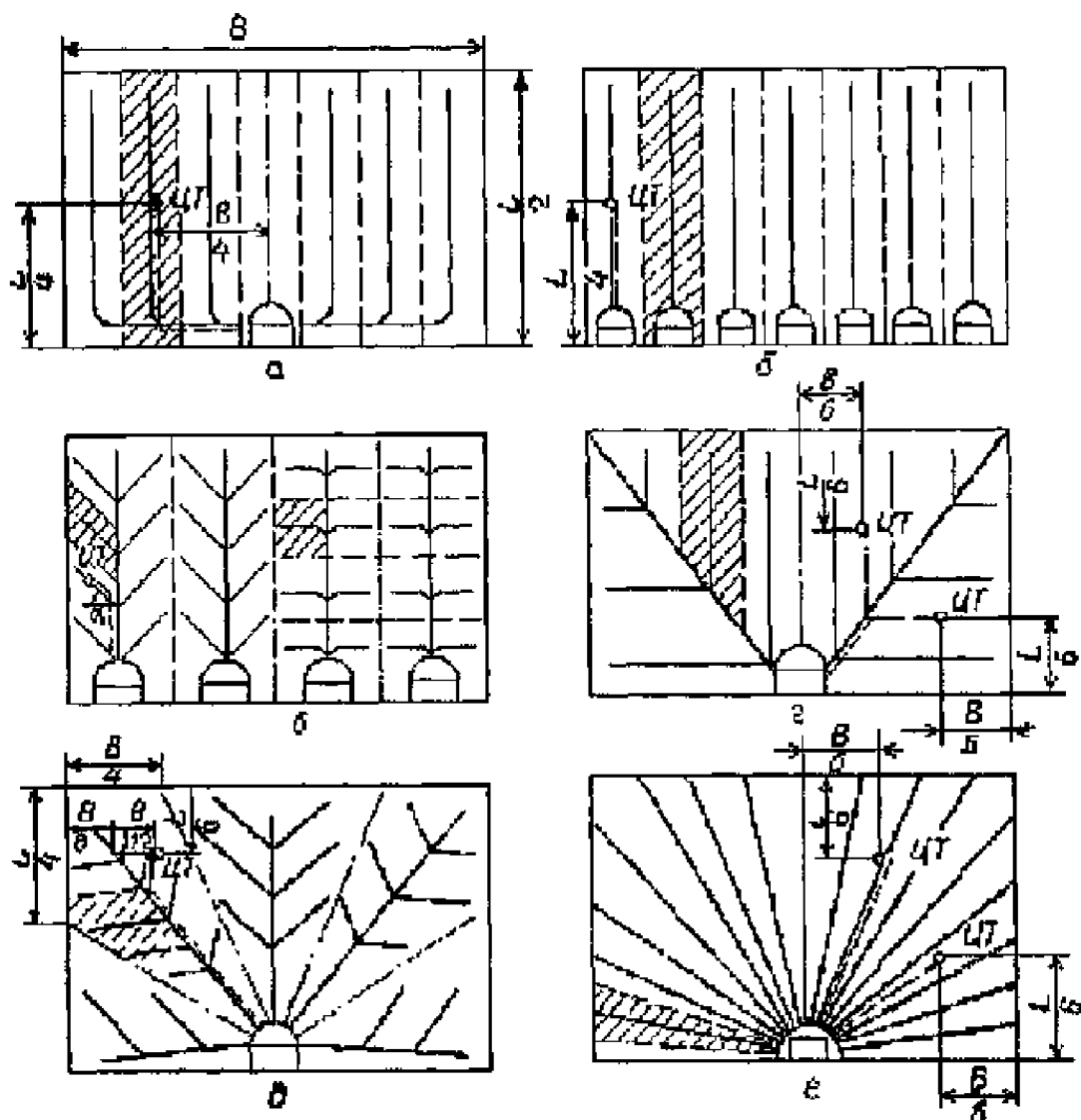


Рисунок 4.3 – Схеми розміщення трелювальних волоків на лісосіці:
а - паралельна з одним навантажувальним пунктом; б, в- паралельна з декількома навантажувальними пунктами; г - діагональна; д - радіальна; е - віялова; ЦТ - центр тяжіння фігури

На вибір схеми трелювальних волоків, їх ширину та довжину впливають наступні чинники:

- Метод господарювання, вік деревостану, організація та метод звалювання дерев і характеристика конкретних механізмів та машин, що застосовуються на даній лісосіці.
- В молодих деревостанах трелювальні волоки прокладають відносно густо (на відстані 25-30 м один від одного) з врахуванням існуючих прогалін, але їх ширина підбирається з огляду як на параметри стовбурів

(сортиментів), так і використовуваних машин і механізмів незначної ширини (2 м).

У цих деревостанах, а згодом і в середньовікових та стиглих залежно від параметрів техніки використовують лише кожний 2-3 волок. Найбільш рентабельними є закладання довготривалих трелювальних волоків в молодих деревостанах і користуватися ними як під час доглядових і санітарних, так і під час головних рубок.

4.4 Продуктивність тракторів на трелюванні деревинної сировини

Змінна продуктивність трелювального трактора визначається за формулою (4.1)

$$П_{зм} = \frac{(T-t_{nz}) \cdot \varphi_l V_n}{t_1+t_2+t_3+t_4} \quad (4.1)$$

де T – тривалість зміни, с; t_{nz} – час на виконання підготовчо-заклучних робіт, с; (для тракторів з чокерними комплектами $t_{nz} = 2040$ с, для безчокерних машин – 3000 с); $\varphi_l = 0,85-0,90$; V_n – об’єм деревини в трельованій пачці, м³ (з урахуванням маси крони, яка становить 0,13-0,25 м³); t_1, t_2 – час руху трактора в порожняковому та вантажному напрямках, с.

$$t_1 = \frac{L_{cp}}{v_x} \quad (4.2)$$

$$t_2 = \frac{L_{cp}}{v_{\mathcal{B}}} \quad (4.3)$$

де v_x і $v_{\mathcal{B}}$ – швидкість руху трактора відповідно без вантажу і з вантажем, м/с; t_3 – час на чокерування дерев і формування пачки, с; t_4 – час на відчеплення пачки і знімання чокерів на розвантажувальному пункті, с.

4.5 Способи трелювання деревинної сировини канатними установками

Значна частина лісоексплуатаційної площі має заболочені і сирі ґрунти або пересічений рельєф. Лісосіки в таких місцях важко доступні чи зовсім

Трелювання лісу канатними установками виконується волоком, півпідвісним і підвісним способами. При трелюванні лісу волоком застосовують найпростішу однощоглову установку, а при трелюванні півпідвісним способом – канатні установки. Для підвісного способу трелювання використовують одно-, дво- і багатопрогінні установки (оснащені проміжними опорами).

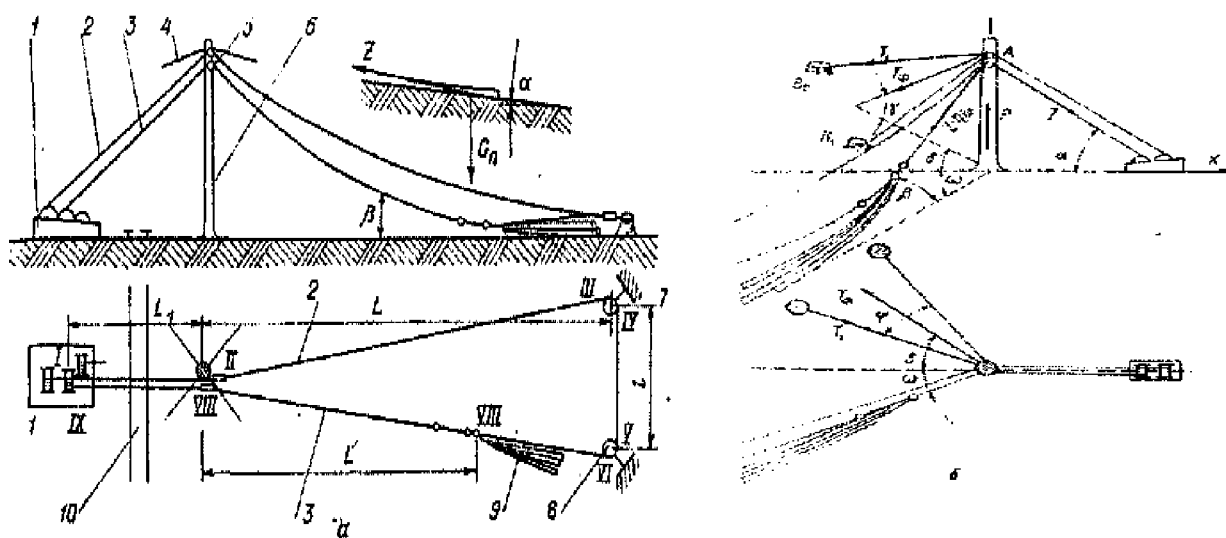


Рисунок 4.4 – Схема однощоголової установки для трелювання: а - схема для розрахунку тягового зусилля лебідки; 1 - лебідка; 2 - зворотний канат; 3 - робочий трелювальний канат; 4 - розтяжка; 5 - направляючий блок; 6 - трелювальна щогла; 7, 8 - кутові направляючі блоки; 9 - пачка стовбурів; 10 - лісовозний вус; б - схема для розрахунку перетину щогли і розтяжок.

В умовах рівнинних лісосік застосовують установки для наземного або півпідвісного трелювання на невеликі відстані (до 300 м та 500 м). Вони значно простіші і продуктивніші від установок для підвісного трелювання, але внаслідок ушкодження ними ґрунту і підросту, застосування обмежене. Тому канатні установки для наземного чи півпідвісного трелювання використовують тоді, коли на лісосіках немає підросту, або його збереження не суттєве (при наступному штучному лісовідновленню).

На трелюванні лісу застосовують переважно несамохідні одно-, дво- і багатобарабанні лебідки з приводом від двигунів внутрішнього згорання. Використання однобарабанних лебідок обмежене, оскільки вони дозволяють механізувати лише пересування вантажу в робочому напрямку. Багатобарабанні лебідки (3-6 барабанів) застосовують як привід різних трелювальних і трелювально-навантажувальних пристроїв. Лебідки з чотирма і більше барабанами називають агрегатними, оскільки ними можна виконувати декілька операцій без застосування інших механізмів.

4.6 Установки для напівпідвішеного трелювання

Трелювально-навантажувальні установки виконують як трелювання, так і навантаження лісоматеріалів на рухомий склад лісовозних доріг.

Для напівпідвішеного і підвішеного способу трелювання застосовують також універсальну канатну установку УК-1, яка має кілька модифікацій. Відмінна особливість УК-1 – це можливість монтування різноманітних її модифікацій із уніфікованого оснащення.

Установка УК-1Р призначена для напівпідвішеного трелювання і навантаження деревини на лісовозний транспорт у рівнинній і слабо вираженій пагорбистій місцевості. Вона складається із лебідки ЛЛ-8, двох щогол і канатно-блочної системи з кареткою, що включає вантажну обіймицю і два балансири з котками. Тяговий канат кріпиться до корпусу каретки, огинає вантажний і напрямний блоки і намотується на вантажний барабан лебідки. Зворотний рух каретки здійснюється зворотним канатом, що огинає ряд кутових блоків і закріплений на вантажній обіймиці гака. Одночасно зворотний канат слугує для подання обіймиці з гаком безпосередньо до місця причеплення стовбурів або дерев. Доставлені з лісосіки стовбури або дерева канатна установка навантажує на рухомий склад лісовозної дороги.

Установка УК-1С призначена для експлуатації в пагорбистій місцевості і працює з несучим канатом змінної довжини. Установка складається із щогли, закріпленої розтяжками, несучого каната, напівавтоматичної каретки з вантажозахоплюючим пристроєм, тягово-вантажопідіймального та зворотного канатів, розвантажувального буфера, обвідних блоків та привідної лебідки. На відміну від попередньої установки, вона не має тилової щогли. Один кінець несучого каната за допомогою затискувача і розтяжок закріплюють за пні біля верхньої межі лісосіки, інший через напрямний блок на щоглі – до рухомого блоку поліспасти. Натяг несучого каната змінюють за допомогою допоміжного барабана привідної лебідки.

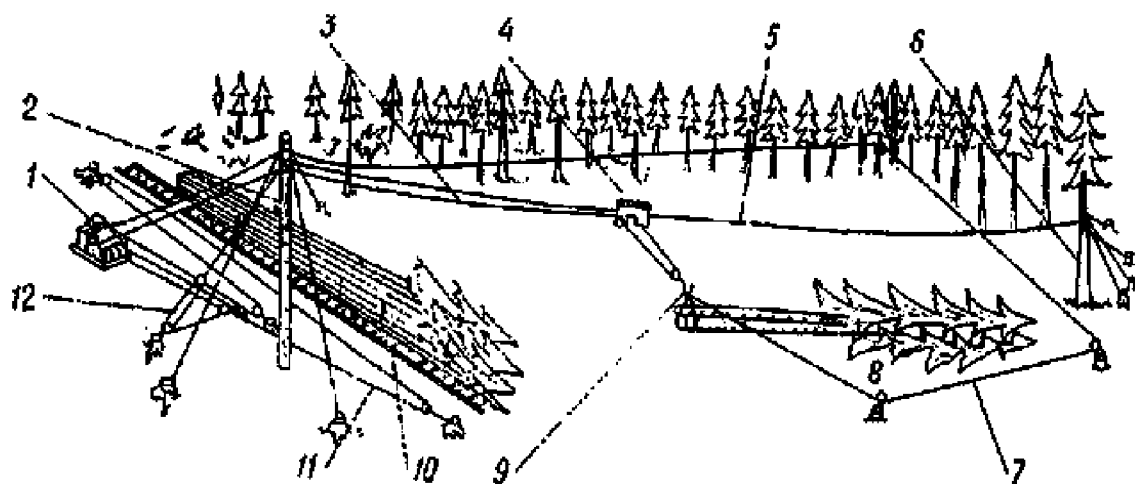


Рисунок 4.5 – Установка для напівпідвішеного трелювання УК-1Р: 1 - лебідка; 2 - основна щогла; 3 - вантажний канат; 4 - каретка; 5 - несучий канат; 6 - тилова щогла; 7 - зворотний канат; 8 - обвідний блок; 9 - підвісний гак; 10 - завантажений зчеп; 11 - розворотний канат; 12 - поліспаст.

4.7 Продуктивність канатних установок

Змінна продуктивність канатної установки визначається за формулою:

$$P_{зм} = \frac{(T - t_{nz}) \cdot c_t \cdot Q}{\sum_{i=1}^4 t}$$

де Q – середній об'єм пачки, що трелюється, m^3 ; t_{nz} – час на виконання підготовчо-заклучних робіт, с; c_t – коефіцієнт використання робочого часу;

t_1 і t_2 – час, відповідно, переміщення вантажу на навантажувальний пункт і подання причіпних пристосувань до місця чокерування, с; t_3 – час на чокерування дерев, с; t_4 – час на відчеплення пачки на навантажувальному пункті, с.

Час визначають за формулами:

$$t_1 = \frac{l_{\phi}}{v_x};$$

$$t_2 = \frac{l_{CP}}{v_r};$$

де l_{CP} – середня відстань трелювання, м; v_x і v_r – середня швидкість, відповідно, руху пачки у вантажному і порожняковому напрямках та подання причіпного обладнання до місця чокерування, м/с (з технічної характеристики лебідки).

Значення t_3 і t_4 визначають за формулами:

$$t_3 = a_0 \cdot Q; t_4 = b_0 + c_0 \cdot Q;$$

Значення a_0 ; b_0 ; c_0 наводяться у таблицях відносно до середнього об'єму стовбура.

4.8 Особливості конструкції лісових закордонних тракторів

До конструкції лісового трактора ставиться ряд вимог: вантажопідймальність, оптимум якої визначається дотриманням високої продуктивності та екологічності. Трактор повинен характеризуватися високою прохідністю та маневреністю, а також – надійністю основних агрегатів і вузлів. У конструкції лісового трактора повинні бути передбачені відповідні робочі органи для звалювання дерев, їх кряжування та для виконання інших операцій. Основні агрегати і вузли трактора мають бути надійно захищені від руйнування з боку різних лісових перешкод.

Одним з важливих факторів, що впливають на конструкцію лісового трактора, є характер місцевості, в якій він буде використаний. У шведській практиці транспортного машинобудування застосовується система класифікації місцевості за трьома ознаками: характеристикою ґрунту;

структурою верхнього шару; ухилом трелювального волока. Така система має 5 класів оцінки місцевості, де найкращими характеристиками володіє 1 клас. Встановлено, що у Швеції 80 % площі належить до 3 класу, тобто ґрунт характеризується підвищеною вологістю, різноманітною структурою верхнього шару з висотою нерівності і різних природних перешкод до 400-600 мм, ухилом поверхні – 20-33⁰. Практика та аналіз експлуатації показали, що колісні машини, які обладнані широкопрофільними шинами низького тиску, не лише не поступаються гусеничним, але і володіють низкою переваг. Колесо не руйнує, а лише ущільнює шар армування, колісна машина більш маневрена, колісний рушій легший і має більший термін експлуатації. Усі трактори закордонного виробництва мають колісний рушій.