

Тема 3 Звалювання дерев

3.1 Способи звалювання дерев та їх застосування

Звалювання дерев – одна з основних технологічних операцій лісозаготівельного виробництва. Її можна виконувати з відділенням стовбурної частини дерева від кореневої системи і без відділення. При звалюванні без коренів дерево відділяють від них, залишаючи над рівнем землі пень, висота якого, залежно від діаметра стовбура повинна становити не більше 10 см для рівнинних умов. Це і є основний вид звалювання. Звалювання на рівні землі застосовують у випадку влаштування тимчасових доріг, вантажних майданчиків, волоків тощо. При звалюванні з коренями дерево відділяють від землі разом з частиною кореневої системи. Таке звалювання використовують під час підготовки земляного полотна дороги, розчищення територій під сільськогосподарські угіддя, для будівництва населених пунктів, під час створення водоймищ тощо.

Звалювання дерев – винятково небезпечна і складна технологічна операція. Складність її зумовлена варіацією у широких межах значних мас (1-10 т), висот (16-42м) стовбурів, мас крон (2-40% маси дерева). Важкість посилюється ще й тим, що центр ваги дерева рідко збігається з геометричною віссю площини різа, а природний нахил – з напрямком звалювання. Водночас звалювання дерев необхідно вести суворо у заданому напрямку, визначеному технологічною картою розроблення лісосік.

Залежно від застосованого устаткування розрізняють механізоване звалювання ручним механізованим інструментом (бензомоторними пилами) і машинне – з використанням одно- і багатоопераційних машин.

Звалювання дерев бензомоторними пилами може здійснювати або один звальщик або з помічником. При звалюванні дерев одним робітником, який використовує звалювальні пристрої, продуктивність праці збільшується за рахунок скорочення кількості робітників, зайнятих на лісосічних роботах; також знижується травматизм. Звалювання дерев на

гірських схилах, при глибині снігового покриву 0,6 м і більше, під час поступових і вибіркових рубок та в інших випадках звалщик проводить разом з помічником.

Використання бензомоторних пилок для звалювання дерев не повністю механізує працю робітника й істотно стомлює його. Звалщику доводиться переходити від дерева до дерева з заправленою пилою і докладати значних зусиль на подачу пиляльного апарата в процесі пиляння, сприймати вібрації і знаходитись у зоні шуму та викидних газів.

Щоб заготувати 60-70 м³ деревини за зміну, мотористу необхідно здійснити до 200 переходів на площі 4-5 тис. м². Праця звалювальника за витратою енергії у 2,5 рази важча від праці робітників обробних галузей промисловості і у 7 разів – від робітників конторської праці.

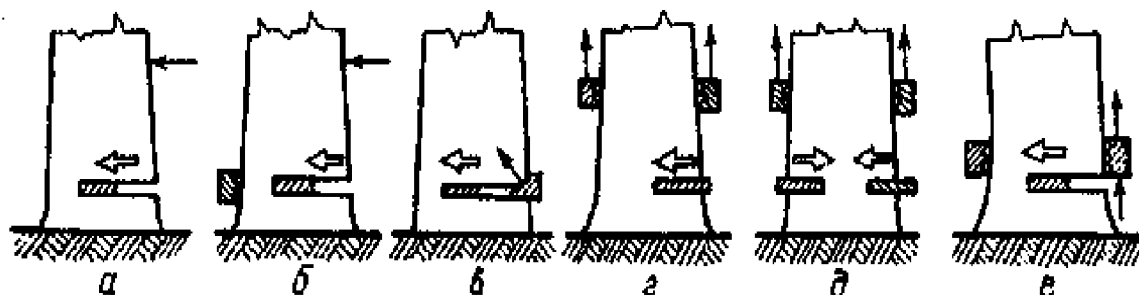


Рисунок 3.1 – Напрямки прикладання зусиль при машинному звалюванні дерев (світлі стрілки показують напрям дії різального органу, темні – звалювального пристрою)

Створення та впровадження нових спеціальних машин дає змогу комплексно механізувати процес звалювання і формування пакета, звести роль робітника лише до керування машиною, дозволивши йому якомога менше стикатися з предметом праці. Тому, здійснюється інтенсивний перехід до машинного звалювання. Проте і в майбутньому, коли звалювання дерев машинами стане домінуючим, бензинові моторні пилки будуть застосовувати достатньо широко, особливо у гірських умовах, на рубках догляду за лісом тощо.

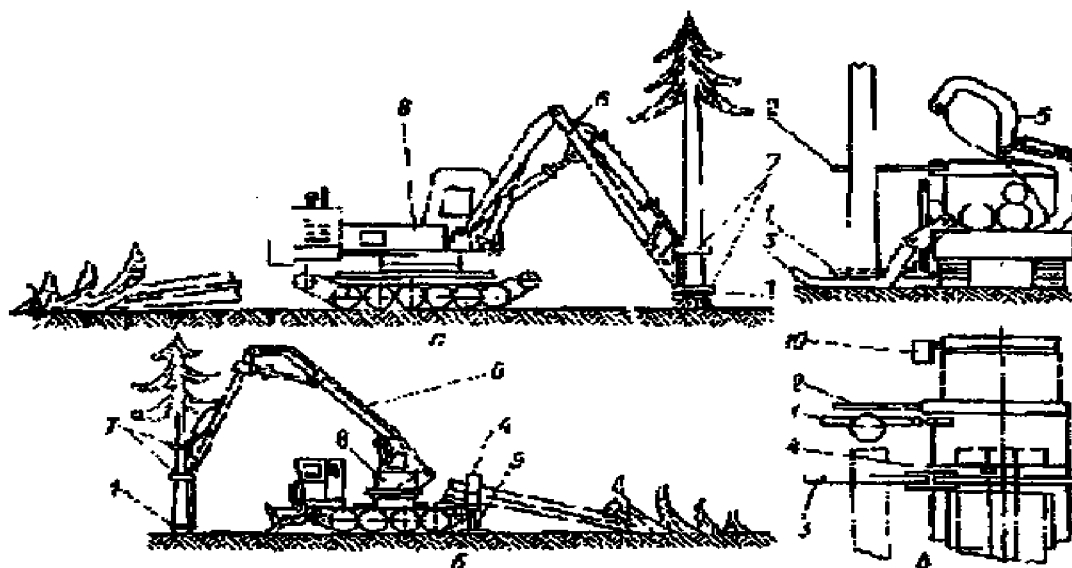


Рисунок 3.2 – Схеми машин для звалювання дерев: а - звалювально-пакетувальна; б, в - звалювально-трелювальна; 1 - механізм для зрізування дерев; 2 - зштовхуючий важіль; 3 - завантажувально-перекидний важіль; 4 - коник машини; 5 – обв’язувальний пристрій; 6 - стріла; 7 - захоплювачі; 8 - поворотна платформа; 9 - аутригери; 10 – снігоочисник

3.2 Експлуатаційна характеристика дерев

Створення лісосічних машин та інструментів пов’язане з обґрунтуванням низки вихідних експлуатаційних характеристик дерев. Це розрахунковий діаметр $d_{1,3}$ – діаметр стовбура на висоті 1,3 м від шийки кореня; середній діаметр d_c ; верхівковий діаметр d_v ; висота дерева H ; відземковий діаметр d_k ; довжина стовбура L ; об’єм дерева q ; маса дерева m ; маса крони m_k ; проекція крони на вертикальну площину S_k ; положення центра ваги дерева h ; момент інерції дерева I .

Дані характеристики визначають з використанням залежностей основних таксаційних показників деревостану. Відземковий діаметр d_k визначають за формулою (3.1)

$$d_k = d_{1,3} \cdot Q_k \quad (3.1)$$

де Q_k – коефіцієнт форми відземкової частини стовбура. Даний коефіцієнт змінюється від 1,07 до 1,5 залежно від породи дерев і умови їх зростання. Однак основний параметр – висота зрізу. При зрізуванні дерев на встановленій висоті $Q_k = 1,25$; при зрізуванні на рівні землі $Q_k = 1,5$.

Середній діаметр d_c , тобто діаметр на половині висоти стовбура, знаходять за формулою (3.2)

$$d_c = d_{l,3} \cdot Q_c \quad (3.2)$$

де Q_c – коефіцієнт форми середньої частини стовбура для сосни 0,65; для смереки і осики 0,7; для берези 0,66.

Верхівковий діаметр d_v , тобто діаметр у місці зрізування верхівки дерева для хвойних порід приймають за 6 см, для листяних – 8 см.

Висота дерева H для діаметрів $d_{l,3}$ і розрядів висот знаходиться в діапазонах; для розряду Іб – від 14,6 до 41 м; для розряду Іа – від 13,1 до 35,6 м; для розряду І – від 11,6 до 32,5 м; для розряду ІІ – від 10,1 до 29,5 м; для розряду ІІІ – від 8,6 до 26,5 м; для розряду ІV – від 7,6 до 24 м і для розряду V – від 6 до 20,5 м.

З урахуванням деякого запасу при розрахунках на міцність затискаючо-зрізуючих елементів звальювальних машин доцільно приймати висоту дерев за ІІ розрядом висоти, а для розрахунків на продуктивність – за ІІІ розрядом.

Розрахункова довжина стовбура (3.3)

$$L = H - h \quad (3.3)$$

де H – розрахункова висота дерева; h – довжина відрізуваної верхівкової частини і висота пня (2-3 м).

Об'єм стовбура для розрахункового діаметра визначають за діаграмою (рис.1).

При необхідності для визначення об'ємів за породами використовують таблиці.

Загальну масу дерева m з урахуванням маси стовбура, гілля, хвої або листя, визначають за формулою (3.4)

$$m = k \cdot q \quad (3.4)$$

де q – об'єм стовбура в м³, k – коефіцієнт, значення якого т/м³.

Масу крони m_k розраховують у відсотках від загальної маси дерева. Для сосни вона дорівнює 10-20 %; для смереки – 24-39 %; для берези – 2-16 %; для осики – 6-20 %.

Проекцію крони на вертикальну площину знаходять за формулою (3.5)

$$S_k = E_\phi \cdot E_z \cdot h_{kp} \cdot b_{kp}, \quad (3.5)$$

де E_ϕ – коефіцієнт форми крони; E_z – коефіцієнт густоти заповнення крони (гілками, листям або хвоєю); h_{kp} – протяжність крони, м; b_{kp} – найбільша ширина крони, м.

Відстань H' від площини різа до центра ваги дерева отримують за формулою (3.6)

$$H' = k' \cdot H \quad (3.6)$$

де k' – коефіцієнт, який дорівнює для сосни 0,37; для ялиці 0,4; для берези і осики 0,36.

Момент інерції дерева I відносно осі, що проходить через площину різу, визначають за формулою (3.7)

$$I = j_\delta \cdot m \cdot H^2 \quad (3.7)$$

де m – маса дерева, т; j_δ – коефіцієнт (0,21 – 0,22).

3.3 Звалювання дерев за допомогою механізованого інструменту

Бензинові моторні пилки широко застосовують для звалювання дерев, очищення дерев від гілля, підготовчих робіт. Основна перевага таких пилок – це повна незалежність від джерела енергії. Недоліком вважається вібрація, шум, загазованість в процесі роботи. Бензинові моторні пилки складніші за конструкцією і менш довговічні, ніж електричні, а також вимагають більш складного ремонту та догляду.

В Україні серійно виготовляють бензинову моторну пилку “МОТОР-СІЧ-270”. Широкого застосування набули бензинові моторні ланцюгові пилки виробництва Росії: МП-5 „Урал-Електрон”, „Тайга-214 Електрон”, М-228 і „Крона-202”.

Західноєвропейські та американські бензинові моторні пилки характеризуються низьким розташуванням держаків. Вони оснащені карбюраторами з підкачувальними насосами, що дозволяє використовувати їх для звалювання дерев, зрізування з них гілок та кряжування стовбурів. Фірми випускають надлегкі пилки (масою до 5 кг), легкі пилки (масою до 10 кг), пилки середньої ваги (до 14 кг) та важкі пилки – понад 14 кг з набором пиляльних шин довжиною від 0,3 м до 1,5 м. Як привід використовують одноциліндрові двотактні карбюраторні двигуни потужністю 1,5-8 кВт, з частотою обертання вала до 9000 об/хв та робочим об'ємом циліндра 50-160 см³.

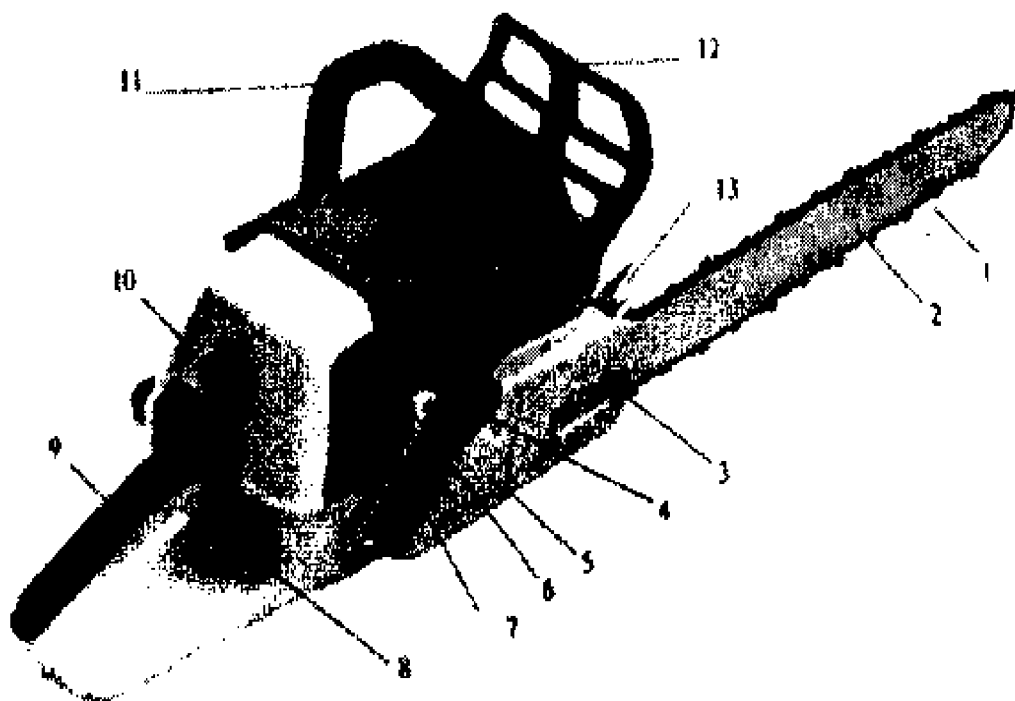


Рисунок 3.3 – Бензинова моторна ланцюгова пилка „МОТОР СІЧ-270”:
1 - пиляльний ланцюг; 2 - шина; 3 - механізм натягування пиляльного ланцюга;
4 - гальмо пиляльного ланцюга; 5 - кришка права; 6 – регулювальні гвинти подачі палива; 7 - регулювальний гвинт швидкості неробочого ходу; 8- задній захист руки; 9 - ручка задня; 10 - гайка; 11 - держак передній; 12 - держак-упор (захист руки); 13 - упор зубчастий

Випуском бензинових моторних пилок займаються такі провідні закордонні фірми: „Хускварна” і „Партнер” – Швеція; „Штіль”, „Андреас”, „Клайпмоторен” – Німеччина; „Хоумляйт”, „Орликс”, „Мак-Калоч”, „Мак-Тул” – США; „Канадіен” – Канада; „Куорицу” – Японія.

Щорічне придбання заготівельниками деревинної сировини Польщі становить 30-50 тис. бензинових моторних пилок різних марок та моделей за таким співвідношенням: Хускварна – 55%; Штіль – 29%; Олео-Мак – 8%. Подібним співвідношенням характеризуються ринки Чехії, Словаччини, Болгарії, Румунії та Угорщини.

Нові універсальні бензопили фірми „Хускварна” характеризуються вузьким та зручним корпусом, зниженим рівнем вібрації та шуму. Вони виконані із стійкого до важкого навантаження матеріалу, а також паливно економічні.

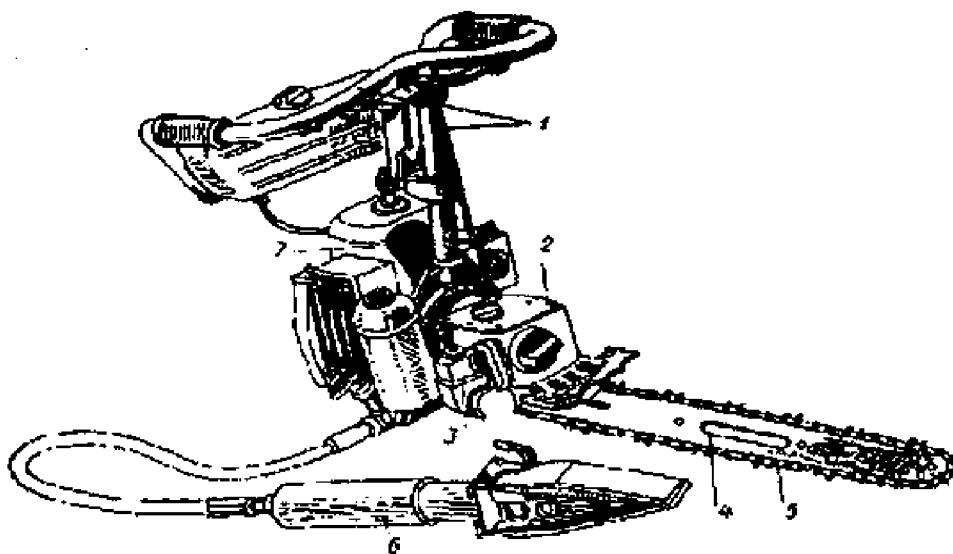


Рисунок 3.4 – Бензинова моторна ланцюгова пилка МП-5 “Урал-2 Електрон” зі звалювальним гідравлічним клином КГМ-1А: 1 - рама; 2 - редуктор; 3 - привід гідроклина; 4 - пиляльна шина; 5 - пиляльний ланцюг; 6 - гідроклин КГМ-1А; 7 – двигун

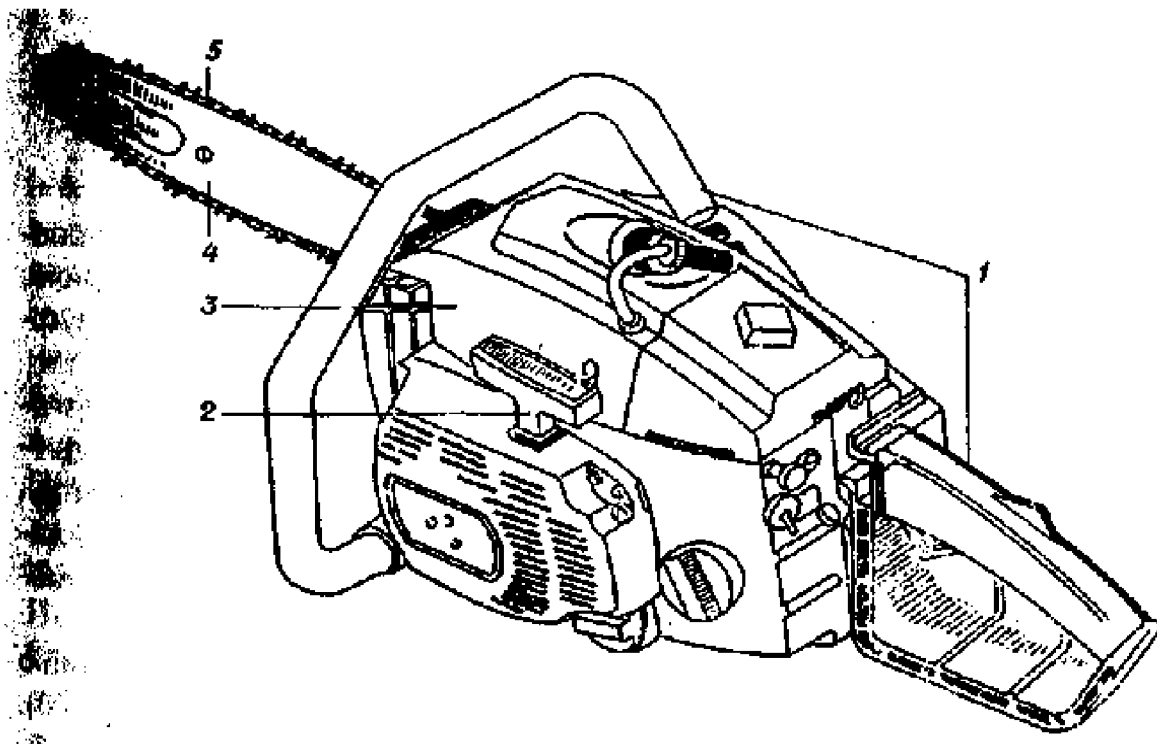


Рисунок 3.5 – Бензинова моторна ланцюгова пилка “Тайга-214 Електрон”:
1 - держак керування, 2 - стартер; 3 - двигун; 4 - пиляльна шина;
5 - пиляльний ланцюг

3.4 Прийоми механізованого звалювання дерев бензиновими моторними пилками

Одна з основних вимог, які ставлять до технологічного процесу механізованого звалювання дерев – це їх спрямоване звалювання, тобто укладання в заданому напрямку. Необхідно розрізняти загальні напрямки звалювання дерев і напрямки звалювання окремих дерев, який залежить від нахилу дерева і потрібного напрямку звалювання стовбура, форми крони, напрямку і сили вітру та ін. При вибиранні напрямку звалювання окремих дерев слід намагатися зберегти загальний напрямок звалювання, запобігти зламу оброблюваного і поруч зростаючого дерева, забезпечити зручність виконання наступних операцій лісосічних робіт, зберегти життєздатний молодняк та забезпечити безпеку процесу звалювання.

При огляді дерева вальщик уточнює стан, діаметр і нахил стовбура, форму крони, наявність зовнішньої гнилизни, крупних сухих гілок, силу і напрямок вітру, а також потрібний напрямок звалювання. Дереву діаметром

до 36 см при нахилі 5° і більше звалюють у напрямку ухилу. Значні труднощі для звалювання створює вітер понад 3 бали (швидкість 3,4-5,2 м/с) і боковий вітер. В такі дні вальщик переходить у пасіки, напрямком звалювання дерев у яких співпадає з напрямком вітру.

Підготовлення робочого місця включає прибирання чагарників і низько звисаючих гілок, розчищення його від снігу навколо дерева, вибір доріжок для відходу при падінні дерева, розчищення їх від снігу. На одне дерево витрачають в середньому 20-25 с. Доріжки прокладають довжиною 4-5 м, під кутом 45° у напрямку протилежному до напрямку падіння дерева.

Форма і глибина підпили залежить від діаметра дерева у місці спилування, величини і напрямку нахилу стовбура та крони.

Види підпилювання:

- I. Підпилювання одним різанням (діаметр дерева біля пня не більше 18 см).
- II. Підпилювання кутом вгору з нижньою горизонтальною площиною (скорочення трудовитрат).
- III. Підпилювання кутом донизу (при звалюванні крупних дерев в гірських умовах).
- IV. Підпилювання з двома паралельними різаними (при звалюванні крупних дерев для розміщення в утвореній ніші звалювального домкрата, але тоді потрібно вибивати кусок деревини сокирою чи звалювальною лопаткою, що збільшує трудовитрати).

Глибина підпили для прямостоячих дерев становить $1/4$ діаметра стовбура дерева в площині зрізування. При нахилі дерева в бік звалювання, попутному вітрі під кутом 90° до напрямку звалювання, а також сильно розвиненій кроні дерева, глибина підпили – $1/3$ діаметра. При зустрічному вітрі або необхідності звалювання дерева проти нахилу стовбура – $1/5$ діаметра стовбура.

Висота підпили (віддаль між двома паралельними різаними, або віддаль між горизонтальною площиною і верхньою точкою косої площини) становить $1/4 - 1/10$ діаметра.

Кут підпили рекомендується брати $30-40^\circ$. Висота пня після спилювання дерева повинна бути не більшою, ніж $1/3$ діаметра різку, а при звалюванні дерев діаметром менше 30 см – не більшою 10 см.

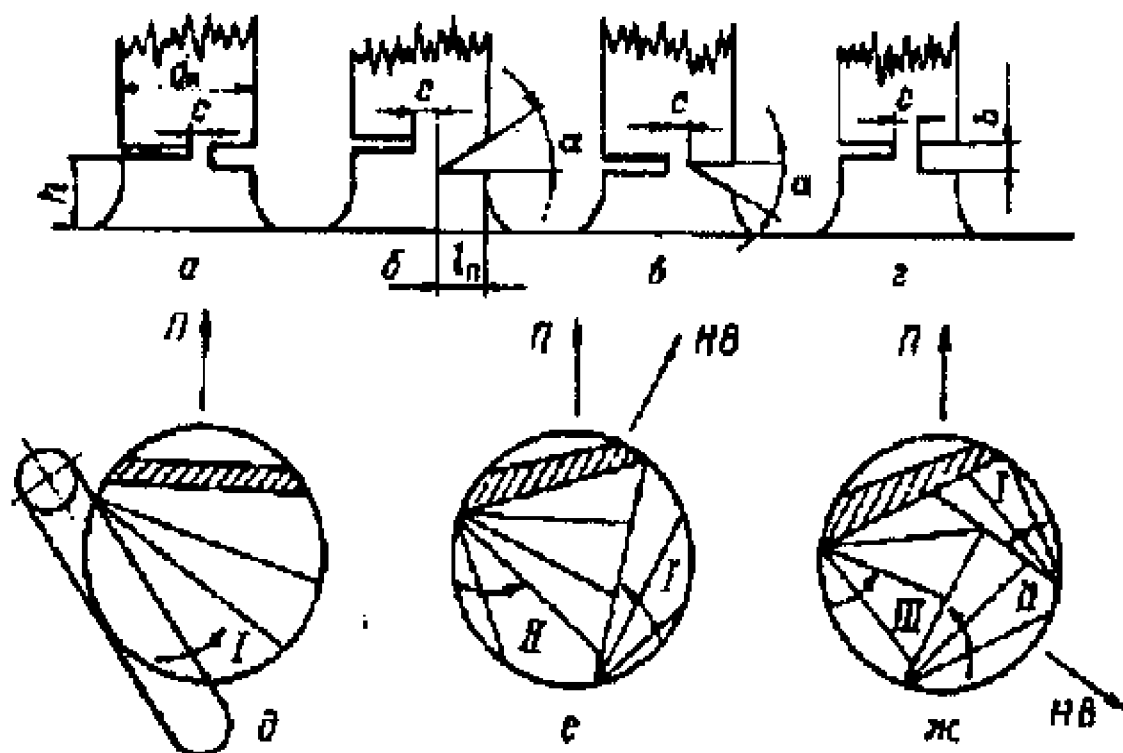


Рисунок 3.6 – Схеми підпилювання дерев і форми недопиливі:
 П - напрям потрібного падіння (звалювання) дерева; НВ - напрям вітру і нахилу дерева; I, II, III - послідовність виконання прийомів спилювання дерева

Дерево спилують після підпили з протилежної сторони. Площина зрізування має бути горизонтальною і знаходитись на рівні верхнього кута підпили. Щоб уникнути довільного падіння дерева залишають недопилювану частку (у вертикально стоячих дерев з діаметром до 20 см – 1 см; при діаметрі 21-40 см – 2 см; коли діаметр 41-60 см – 3 см; при більшому діаметрі – 4 см. При спилюванні дерев з гнилизною недопил на пні збільшують на 2-3 см.).

Недопил прямокутної форми – при звалюванні прямостоячих дерев з рівномірно розвинутою кроною при невеликому вітрі; недопил клиноподібної форми – при звалюванні дерев з односторонньою кроною або при вітрі.

Для зштовхування дерева в заданому напрямку звалювальник застосовує різні пристрої: звалювальні лопатки, гідроклини.

Перехід від дерева до дерева вальщик починає після падіння відокремленого від кореневої системи дерева на землю.

3.5 Схеми звалювання дерев бензиновими моторними пилками на пасіках

Схеми звалювання залежать від типу трелювальних засобів, способу трелювання, розмірів пасік, кліматичних та ґрунтових умов, складу та повноти лісонасаджень, наявності підросту, його розмірів та наявності цінних лісогосподарських порід.

При *поперечно-стрічковому* звалюванні (стрічки розміщені впоперек пасічних волоків) вальщик переміщується перпендикулярно напрямку волоків. Недоліки: водночас треба експлуатувати кілька волоків, часто змінювати напрямок звалювання дерев в одній стрічці, погані умови збереження підросту, підвищена небезпека.

За III схемою стрічки розробляють усі одночасно, починаючи з дальнього кінця пасіки. Вальщик звалює дерева рухаючись перпендикулярно (зигзагоподібно) до трелювального волока. При трелюванні безчокерно-трелювальними машинами.

Метод *вузьких пасік* застосовується при трелюванні дерев (стовбурів) за верхівку тракторами на лісосіках з наявністю життєздатного підросту хвойних порід висотою 1 м і більше чи з слабкою несучою здатністю ґрунту. Ширина пасіки дорівнює середній висоті деревостану (не більше 30 м). Волоки шириною 5 м прокладають по середині пасік чи по їх межах. Дерев

звалюють спочатку на волоці, починаючи з ближчого до навантажувального пункту кінця, верхівками у напрямку трелювання.

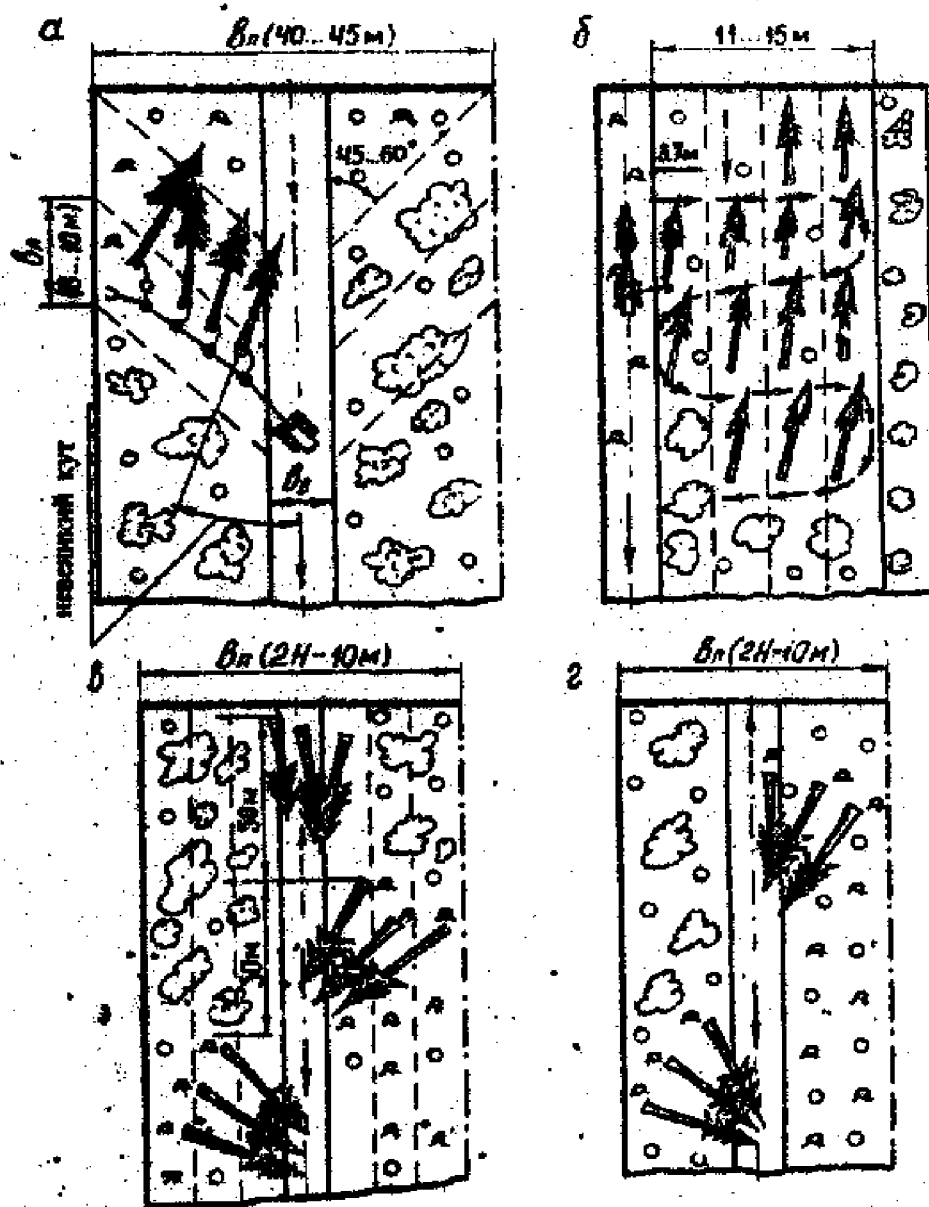


Рисунок 3.7 – Методи розробки пасік при суцільнолісосічних рубках:

а, б – поздовжньо-стрічковий; в, г – стрічково-ступеневий

Після відтрелювання дерев з волока, проводять звалювання і трелювання спочатку на одній половині пасіки, а тоді – на іншій. При слабкій несучій здатності ґрунтів трелювання проводять стовбурами, а гілки використовують для укріплення волока.

Застосування методу вузьких пасік дозволяє зберегти до 70% підросту на лісосіці.

Звалювання дерев на підкладне дерево застосовують при трелюванні дерев за відземки тракторами на лісосіках з наявністю підросту 1 м в кількості 3 тис. штук /га. Ширина пасік – 35-40 м, волока – 5-6 м. Волоки прокладають посередині пасік. Дерев звалюють на волоку, починаючи з дальнього кінця, відземками вперед до напрямку трелювання. Звалювання дерев у напівпасіках проводять стрічками, розміщеними під кутом до трелювального волока, починаючи з дальнього кінця. Вальщик, вибравши найбільше дерево біля волока звалює (під кутом 45^0 до волоку) його в якості підкладного, тоді всі інші дерева на стрічці валять на підкладне дерево, від волока до межі пасіки, щоб верхівки дерев лягали на волок. При такому звалюванні відземки припідняті і в процесі формування пачки не ушкоджується дрібний підріст. Застосування цього методу полегшує працю.

Метод біологічного сушіння полягає в тому, що при скороченні в період вегетації подачі соків з ґрунту (відділенні стовбура дерева від кореневої системи) проходить випаровування вологи із стовбура дерева через листя (хвою). Його використовують при вивезенні деревини до сплавних шляхів у весняно-літній період в насадженнях де присутні м'яколистяні породи. Внаслідок цього щільність деревини знижується і можливий сплав листяних порід з мінімальними втратами від потоплення. Застосовують два методи біологічного сушіння.

Перший метод – на корені шляхом кільцювання, для підготовки модрини до сплаву. Другий метод – у звалених дерев залишається необрубана крона до пожовтіння листя. Його використовують для сплаву берези та інших м'яколистяних порід.

Біологічне сушіння починають після розпускання листя берези і осики (5 травня) і закінчують за 2-3 тижні до пожовтіння листя (до 1 вересня).

При біологічному сушінні всіх дерев на лісосіці, пасіки розробляють в три прийоми. Спочатку звалюють дерева на волоці відземками в бік трелювання, починаючи з дальнього кінця. Волоки розробляють посередині пасіки шириною 10 м. Після трелювання підсушених дерев з волока (15-20 днів) в другий прийом звалюють дерева на одній половині пасіки. Відтрелювавши підсушені дерева з цієї частини пасіки, розробляють другу половину пасіки. Кожна півпасіка розробляється аналогічно звалюванню дерев на підкладне дерево.

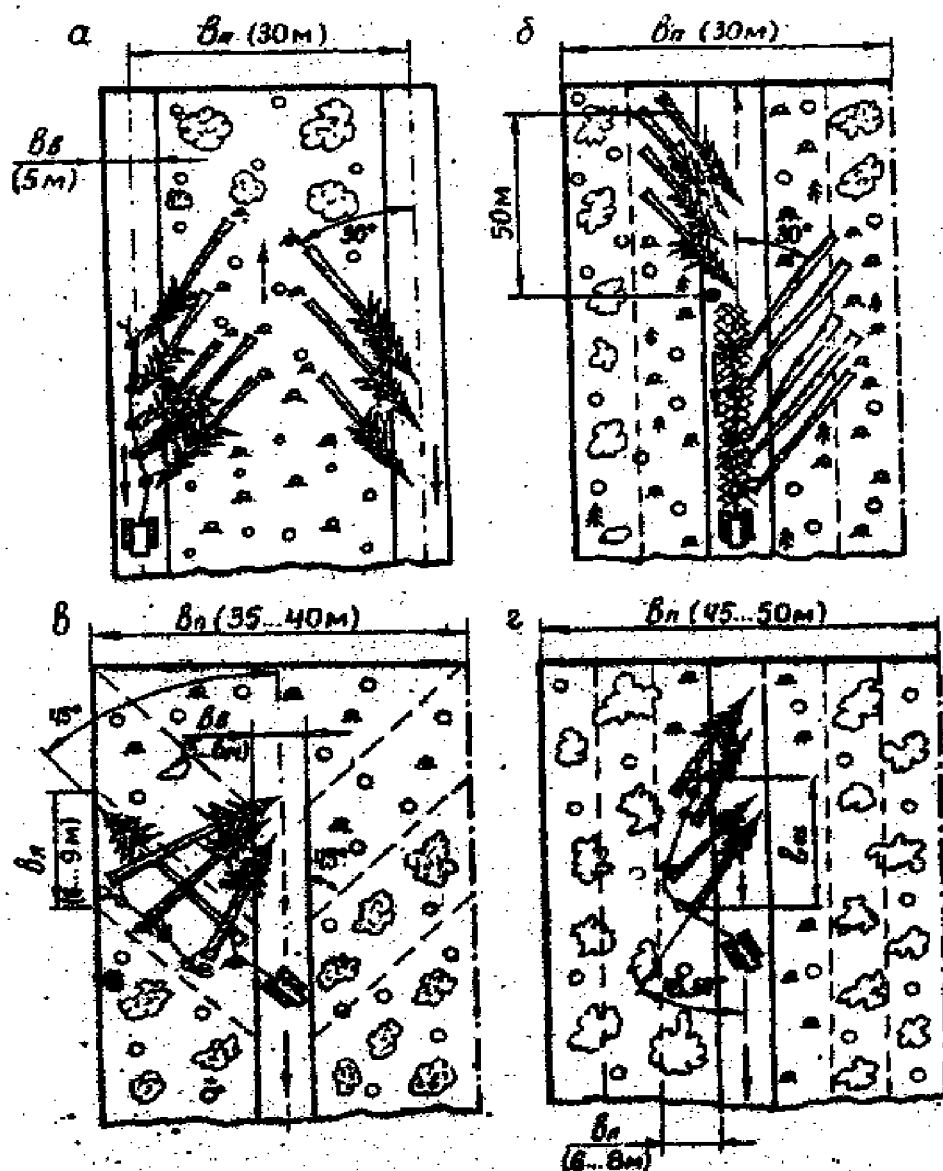


Рисунок 3.8 – Методи розробки лісосік при суцільнолісосічних рубках:

а, б – вузьких пасік; в – звалювання на підкладне дерево;

г – поздовжньо-стрічковий

Рисунок 3.9 – Методи розробки пасік при суцільнолісосічних рубках:
а, б – при біологічному висушуванні дерев

3.6 Продуктивність бензинових моторних пилок під час звалювання дерев

Основним мірилом продуктивності бензинових моторних пилок при звалюванні лісу є змінна продуктивність, виражена в кубометрах за одиницю часу. Змінна продуктивність залежить від таксаційних показників деревостану, технічних і організаційних факторів та визначається за формулою (3.16)

$$П_{зм} = \frac{T \cdot c_1 \cdot q_{см}}{t}$$

де T – тривалість робочої зміни, с; c_1 – коефіцієнт використання пилки за часом при звалюванні лісу; $q_{см}$ – середній об'єм стовбура, м³; t – час, що витрачається на оброблення одного дерева, с, який включає перехід від одного дерева до другого ($t_2 = 1,5$ с/м) і час на виконання підпили дерева.

Коефіцієнт використання пилки під час звалювання дерев залежить від середнього об'єму стовбура і організації робіт.

При використанні гідроклина під час звалювання лісу потрібно також враховувати витрати часу на його встановлення. За нормативними даними, витрати часу при звалюванні лісу бензиновими моторними пилками з гідроклином на одне дерево становлять 42-100 с.

3.7 Механізми для зрізання, зштовхування і захоплювання дерев

Для відділення дерев від кореневої системи використовують різні різальні механізми. До них належать пилки ланцюгові і дискові, циліндричні і дискові фрези, клиноподібні, плоскі і сферичні ножі.

Ланцюговий пиляльний апарат – найбільш поширений тип механізмів для відділення надземної частини дерева від кореневої. Він має один або два апарати, які працюють, як правило, від гідроприводу. Подача різального органу може бути прямолінійною, криволінійною і круговою.

Ножі. Зрізуючі пристрої у вигляді ножів прості за конструкцією, але потребують великих зусиль для зрізання дерев. Крім того, використання ножів призводить до розшаровування волокон стовбура у місці зрізання, яке може поширюватись на значну довжину по стовбуру. За формою ножі розділяють на плоскі, клиноподібні та сферичні. Подача ножів у таких зрізуючих пристроях може бути прямолінійною і криволінійною. Зрізуючі пристрої виготовляють з підпорою, з контрножем або з двома рухомими ножами. Контрніж і рухомі ножі значно покращують роботу цих пристроїв.

Для зштовхування і захоплювання дерев використовують звалювальні важелі і захоплювачі.

Звалювальний важіль розміщують за змогою на найвищій частині машини для зштовхування дерева з найменшим зусиллям. Таке розміщення важеля унеможливорює падіння дерева у зворотному до потрібного і вибраного напрямку.

Захоплювачі використовують як для зштовхування дерев, так і для укладання їх у пачки. Якщо після зрізання дерево укладається безпосередньо в пачку, то його захоплюють у двох місцях по висоті стовбура. При зштовхуванні дерева на землю, воно затискається в одному місці трохи вище від площини відділення дерева від коріння. Такий захоплювач може бути оснащений гідродомкратом, який забезпечує зштовхування дерева в заданому напрямку.

3.8 Звалювально-пакетувальні машини

Машини, які виконують звалювання дерев, є основними в будь-якій системі машин для лісосічних робіт. Найпоширенішою є група звалювально-пакетувальних машин (ЗПМ).

ЗПМ характеризуються такими параметрами: база машини, поворотна частина, кабіна, формуючий і різальний пристрій,

вантажопідіймальна сила, площа робочої зони, об'єми сформованих пачок, маса машини та ін.

Базою для ЗПМ можуть служити екскаватори (переважно гусеничні), трактори (двоосьові колісні) і спеціальні шасі.

За типом поворотної частини ЗПМ поділяють на повноповоротні (кабіна машиніста розміщена на поворотній платформі і повертається разом з маніпулятором) та неповноповоротні (кабіна встановлена на рамі, а маніпулятор повертається незалежно від кабіни).

На ЗПМ використовують два типи різальних пристроїв: ланцюгові пилки і ножі.

Вантажопідіймальна сила сучасних ЗПМ знаходиться в межах 12-32 кН. Поняття вантажопідіймальної сили ЗПМ і розмірів граничного (розрахункового) дерева необхідні для визначення категорій дерев у конкретному лісосічному фонді, які для машини заданого типу є граничними, а також для здійснення підбору вантажопідіймальної сили машин за сукупністю розмірних рядів дерев.

У лісозаготівельній практиці дерева характеризуються двома розмірами: діаметром і об'ємом, тоді як для роботи ЗПМ дерева оцінюють і за масою. Масу дерева визначають за його об'ємом і щільністю деревини (сосна 800 кг/м³, смерека 710 кг/м³, модрина 1000, осика 760, береза 930) і збільшують на 15-25 % (маса крони).

Якщо ЗПМ працюючи в нормальному технологічному режимі не може зрізати і укласти визначені дерева у пачку, можливі три варіанти оброблення дерев: машина зрізає і укладає в пачку крупні дерева на неповному вильоті; машина працює на неповному технологічному циклі (після зрізання дерево не піднімається, а зіштовхується); дерева, що залишилися після проходження машиною пасіки (стрічки), звалюють бензомоторними пилками.

Виліт маніпулятора зумовлюється такими факторами: площа робочої зони, об'єм пачки, маса машини, тривалість циклу та ін. З вильотом маніпулятора пов'язані об'єми пачок, які відповідають рейсовим навантаженням трактора і його тягово-експлуатаційній характеристиці. Середній об'єм пачки при заданих максимальному і мінімальному вильотах маніпулятора залежить від запасу деревини на 1 га.

До звалювально-пакетувальних машин відносяться ЛП-19 (змонтована на базі гідравлічного екскаватора і гусеничного трелювального трактора). Вдосконалена машина ЛП-19А (підсилені стріла, держак, усі кріплення, покращене зовнішнє освітлення, передбачений аварійний вихід машиніста, звукоізоляція, обігрів в кабіні, пиляльний механізм і т.д.). Машини ЛП-19 і ЛП-19А доцільно використовувати на великих лісосіках (не менше 50 га). Машина ВПМ-35 призначена для звалювання і пакетування дерев при доглядових рубках. Вона виконана на базі звалювально-пакетувальної машини ЛП-2 (одна кабіна, пакетоформуючий пристрій з двох секцій для сортування дерев за діаметром і захоплювально-різальний пристрій). Цю машину можна також використовувати при суцільних рубках у тонкомірних насадженнях. Машину МТП-13 використовують при звалюванні і пакетуванні дрібного лісу (кущова рослинність) на площах відведених під видобування торфу, будівництво та ін. МТП-13 виконана на базі екскаватора МТП-71. Механізм різання являє собою дискову фрезу із вставними різальними зубами. Пакетувальний пристрій у вигляді зубчастого важеля і оснащений скидувачем.

3.9 Технологія лісосічних робіт при звалюванні дерев машинами

Розроблення ділянки починають з розрубання смуги шириною 30-50 м вздовж лісовозного вуса. Смугу розрубують ходами ЗПМ паралельно вуса. Після від'їзду машини пачки відразу відтрельовуються і

укладаються в запас або відвантажуються. У місці розставлення гілкорізної машини ширину смуги збільшують до 70 м.

Після цього ЗПМ починає розроблення основної частини ділянки. Її ведуть на всю глибину ділянки від вуса до віддаленої її межі (або від вуса, або до вуса). Якщо ділянку розробляють від вуса, то машина насувається на стіну лісу і зрізані на стрічці дерева укладає в пачки перед собою під кутом $30-45^{\circ}$ до напрямку ходу, проштовхуючи їх між стоячими деревами.

Якщо розроблення проходить до вуса, то машина зрізує і укладає дерева в пачки за собою. Дерева, які заважають проходу, машина зрізує і укладає відземками в напрямку трелювання.

Розроблення лісосіки з використанням ЗПМ рекомендується проводити за схемами: прямолінійний хід по стрічках, що перпендикулярні вусу або по колу.

У першому випадку машина розрубє пасічні стрічки, позмінно віддаляючись і наближаючись до вуса. Вкінці стрічок машина розвертається і зміщується на відстань, яка дорівнює ширині стрічки. Пачки трелюють вздовж пасічних стрічок у слід ЗПМ.

В другому випадку машина починає розробку ділянки, переміщуючись по стрічках на її межах і вкладає пачки під кутом за або перед собою.

Машина ЛП-19 (ЛП-19А) може вклати пачки під будь-яким кутом щодо напрямку свого руху (найзручніше під кутом $20-30^{\circ}$ щодо поздовжньої осі трелювального трактора). Для зниження напруженості роботи машиніста найбільш зручним вважається 90° , для кращого збереження підросту – 180° .

ЗПМ ЛП-19А працює в комплексі з трелювальною машиною. Машина заходить у найвіддаленіший кінець ділянки і просувається по стрічці в напрямку до лісовозної гілки. Залежно від деревостану машина переміщується із зупинками через кожні 5-8 м, зрізуючи дерева перед собою з обох боків. Оператор затискає захоплюючо-ріжучим органом машини дерево, натягує дерево підніманням стріли догори, спилює, нахиляє стрілу

на себе і зменшує виліт. Платформа зі стрілою і деревом повертається на необхідний кут і дерево укладається в пачку. Машина, зрізавши усі дерева в зоні дії стріли, переїздить на наступну стоянку. Машина розробляє смугу 12-14м. При укладанні пачки на волок за машиною крони кожної подальшої пачки перекриваються відземками попередньої.

Трелювальна машина може брати пачки послідовно, починаючи з останньої в ряду. ЗПМ може також укладати пачки на смугу під кутом до осі смуги (135^0). Закінчивши смугу, машина від гілки дороги починає оброблення наступної смуги (укладання пачки під кутом 45^0 до напрямку ходу).

3.10 Звалювально-трелювальні машини

Звалювально-трелювальні машини (ЗТМ) призначені для звалювання дерев, формування пачки і переміщення її до лісовозної дороги. Вони можуть працювати в режимі ЗПМ і як звалювальні машини циклічної дії. ЗТМ поділяються на важільні і маніпуляторні. У машин важільного типу (вузькозахоплюючі) пристрій підвішується збоку або спереду машини за допомогою важелів, які мають різну конструкцію і характеризуються відносно обмеженою робочою зоною. Маніпуляторні машини (широкозахоплюючі) за рахунок переміщення маніпулятора із захоплюючорізальним пристроєм можуть обробляти велику площу.

ЗТМ ЛП-17А призначена для роботи в умовах суцільних лісосічних рубок без збереження підросту в районах з помірним кліматом у режимі звалювання-трелювання та звалювання-пакетування. Вона працює у насадженнях з середнім об'ємом стовбура 14-40 см. Шасі базового трактора (ТБ-1) оснащено спеціальним технологічним обладнанням: гідроманіпулятором, затискним коником, передньою навісною системою із штовхачем. Додатково машина оснащена звалювально-різальним пристроєм (ЗРП) з підвіскою, що монтуються на маніпуляторі.

ЗТМ ЛП-49 призначена для зрізання дерев, формування пачок і трелювання їх на відвантажувальний майданчик у процесі суцільних рубок. Машина може працювати в режимі звалювання-пакування або лише в режимі звалювання, а також може здійснювати ряд допоміжних робіт: розчищення вітровалів, кряжування повалених дерев. Технологічне обладнання машини включає колону, маніпулятор, підвіску, ЗРП, коник, штовхач, гідросистему і органи керування.

ВМ-4А використовують для механізації лісосічних робіт при суцільних рубках без збереження підросту. Вона виконує такі операції: спилування, спрямоване звалювання дерев на навантажувальний важіль коника чи на ґрунт, навантаження відземків на коник, формування їх в пачку, трелювання пачки дерев до навантажувального майданчика, збір і вирівнювання відземків на навантажувальному майданчику. Дану машину використовують у крупномірних лісонасадженнях з середнім об'ємом стовбура не менше 0,5 м³. Технологічне обладнання складається з механізму зрізання з підвіскою, механізму звалювання дерев, огороження кабіни, штовхача, коника, щита, привода насосів, гідросистеми, електрообладнання, допоміжного обладнання і снігоочисника.

Машини можуть обробляти дерева, що знаходяться позаду (ЛП-17А; ЛП-49) і зліва (ВМ-4А) від них.

Одна з особливостей маніпуляторних ЗРП – це здатність переміщуватись у різних площинах.

Схема роботи ЗТМ наступна: пересуваючись у напрямку до вуса, машина звалює дерева, що знаходяться зліва (робота на стрічці починається з віддаленого кінця); після набору пачки машина трелює її до лісовозного вуса, далі набирає другу пачку.

3.11 Продуктивність спеціалізованих і багатоопераційних машин під час звалювання дерев

Продуктивність звалювальних машин визначають за формулою:

$$\Pi_{зм} = \frac{(T-t_{nz}) \cdot c_l \cdot c_\eta \cdot q_c}{t_n}$$

де T – тривалість зміни (с); t – час на спилування одного дерева (с); c_l – коефіцієнт використання робочого часу ($c = 0,8; 0,9$); c_η – коефіцієнт, який враховує циклічні витрати часу на підготовлення робочого місця, зіштовхування дерева і переміщення його від одного дерева до другого ($c_\eta = 0,4-0,5$); q_c – середній об'єм стовбура, м³.

Час спилування:

$$t_n = \frac{d_c}{V_s}$$

де d_c – діаметр дерева в площині спилування; V_s – швидкість насування пиляльного апарата.

Швидкість насування отримують з використанням формули для визначення зусилля різання під час пиляння при $P = P_p$

$$V_s = \frac{P_p \cdot v}{kbe}$$

P_p – розрахункове зусилля опору різання, Н; v – швидкість пиляльного ланцюга, м/с; b – ширина пропилу, мм; e – висота пропилу, мм; k – питомий опір різанню під час пиляння, Н/мм².

Розрахункове зусилля P_p визначають за формулою:

$$P_p = \frac{N \eta}{(l + \mu) v}$$

де N – потужність привода різального механізму, Вт; η – ККД передачі від приводу до пиляльного ланцюга; μ – коефіцієнт тертя пиляльного ланцюга об шину.

Продуктивність звалювально-пакетуючих машин:

$$\Pi_{зм} = \frac{(T-t_{nz}) \cdot c_l \cdot c_\eta \cdot q_n}{t_n}$$

де t_n – час формування пачки об'ємом q_n , с; q_n – об'єм пачки, яка формується машиною з однієї стоянки, м³.

$$q_n = 10^{-4} a R (R - r) A_e,$$

де R і r – найбільший і найменший виліт стріли машини, м; a – коефіцієнт, який враховує умови роботи машини: якщо машина освоює смугу лісу, розміщену по одну сторону від неї, $a = 1$; по обидві сторони – $a = 2$; A_e – середній експлуатаційний запас лісу на 1 га, м³.

Цикл звалювально-пакетувальної машини:

$$t_{\eta} = t_0 \frac{q_n}{q_c} t_{ns}$$

де t_0 – час захоплювання, спилування і вкладання одного дерева в пачку залежно від типу машини, середнього об'єму стовбура і умов роботи ($t_0 = 25-30$ с); t_{ns} – час переміщення машини від однієї стоянки до другої і встановлення її в робоче положення:

$$t_{ns} = c_y \frac{R-r}{v_n}$$

де c_y – коефіцієнт, який враховує можливе видовження шляху переміщення машини в реальних умовах лісосіки і витрати часу на встановлення машини ($c_y = 1,2-1,4$); v_n – швидкість переміщення машини по лісосіці.

3.12 Звалювання дерев “напрохід”

Звалювальні машини – це машини циклічної дії, цикл яких складається із чотирьох прийомів і повторюється при звалюванні кожного дерева. Продуктивність таких машин обмежена, тому одним з найважливіших напрямків є створення звалювальних машин безперервної дії, машин – лісорізів, які працюють „напрохід”. Мета їх роботи полягає у зрізанні дерев не за циклами, а безперервно, без зупинки або із сповільненням швидкості машини біля кожного дерева.

Ідея звалювання дерев „напрохід” вперше була реалізована при розробці конструкції кущорізів. Але кущорізи можуть зрізати дерева з діаметром стовбура, який не перевищує 20 см.

Нова звалювальна машина, яка працює по принципу „напрохід” змонтована на базі шасі трелювального трактора ТТ-4. Різальна дискова фреза розміщена спереду машини на рухомій консольній балці. Можливість переміщення фрези в горизонтальній площині забезпечує зрізання дерев у межах смуги, яка дорівнює по ширині поперечному габариту трактора ТТ-4, що виключає необхідність маневрування всієї машини. Безпосередньо біля фрези на кінці консольної балки встановлена кабіна, що покращує огляд фронту роботи оператора. Конструкція звалювального важеля дає змогу підвести його за дерево і здійснити звал на приймальний пристрій, розміщений в межах габаритів шасі трактора ТТ-4, причому дерева можна зрізати як із зупинкою, так і „напрохід”.

Звалювальна машина з ножом пасивного типу працює в такій послідовності. Трактор з навішеним з лівої сторони (сторони двигуна) на I і II передачах проходить поряд з деревом, при цьому ніж вставляють у відземкову частину стовбура всього в кількох сантиметрах від землі. Кожен різець знімає в утвореному пропилі шар деревини у вигляді порожнини, товщиною, що дорівнює подачі на зуб. Стружка, яка утворюється, проштовхується у міжзубну пазуху і випадає з неї після виходу ножа із пропилу.

Дерево після спилування в перший момент залишається на ножі, а потім його відземок виноситься до переду по ходу руху звалювальної машини. Завдяки виносу відземка положення центру ваги дерева переміщується і воно падає верхівкою назад.

Машина при звалюванні лісового масиву „напрохід”, пересуваючись від одного дерева до другого, зрізує їх за один прохід на стрічці, ширина якої трохи менша, ніж середня відстань між деревами. Пройшовши стрічку,

машина по своєму ж сліду повертається до початку ділянки і зрізує дерева на наступній стрічці.

Продуктивність машин неперервної дії зручно визначати за площею, якщо відома площа лісосіки F , на якій звалювальна машина зрізує дерева за зміну, і запас лісу на одиниці площі A_e .

3.13 Звалювання дерев з кореневою системою

Звалювання дерев без відділення стовбура від кореневої системи проводять під час очищення водосховищ, підготовки трас лісовозних доріг та ін. Звалювання дерев без відділення стовбура від кореневої системи здійснюють також у соснових насадженнях для перероблення свіжих пнів на каніфольно-скипидарну продукцію. Вміст смол у свіжих соснових пнях досягає 10-12 %. Крім того вони дають додатково значну кількість деревини. Поєднання процесу звалювання з корчуванням економічно ефективніше, ніж окрема заготівля дерев і корчування пнів.

В процесі звалювання дерев без відділення стовбура від кореневої системи порушується коріння дерев і більша частина крупних коренів залишається зі стовбуром. В процесі звалювання дерево повертається навколо точки, яка розміщена майже на рівні землі, під дією зусилля, що прикладене до нього на певній висоті від поверхні землі.

Звалювання дерев з корінням здійснюють бульдозерами, корчувачами і спеціальними машинами.

При звалюванні дерев незначного діаметра (15-20 см) їх спочатку звалюють бульдозерами при піднятому відвалі упиранням ножа в стовбур дерева і при русі трактора на I передачі. Другий захід бульдозера зміщує повалене дерево вбік. У дерев діаметром понад 30 см перед звалюванням бульдозером попередньо підрізають крупне коріння на глибину до 0,2 м. Змінна норма виробітку бульдозера при звалюванні дерев середньої крупності з корінням у насадженнях середньої щільності сягає 1,5-3 га.

Під час звалювання дерев корчувачем його раму піднімають на найбільшу висоту, щоб лобова частина рами вперлася у стовбур дерева. Потім рухом трактора дерево розхитують і звалюють. Після чого рама корчувача опускається і впирається в повалене дерево, яке трактор, що рухається, зсуває вбік, остаточно відриваючи від коріння і звільняючи від ґрунту.

Навісне обладнання машини для звалювання дерев з корінням, яке включає штовхач і спеціальні клини для порушення кореневої системи, монтують на рамі гусеничного трактора замість бульдозерної або корчувальної установки. Штовхач машини може піднятися на висоту 3 м і більше, що дає змогу створювати значний перекидний момент, необхідний для звалювання дерева.

Звалювання дерев з корінням можна здійснювати з допомогою сталеної линви, що намотується на барабан лебідки трактора.

Звалювання крупних дерев з корінням можна здійснювати також вибуховим способом. Вибуховий заряд закладають під центр кореневої системи дерева в похило пробурений шурф. Недоліком даного способу є зниження виходу ділової деревини за рахунок появи на відземковій частині стовбура тріщин і відщепів від удару вибухової хвилі, перевага – можливість використання цього способу в будь-яку пору року.

Під час звалювання дерева звалювально-пакетувальною машиною ЛП-19 (ЛП-19А), яка обладнана ріжучим пристроєм і пиляльним апаратом, здійснюється силове перерізування всіх радіально розміщених коренів по діаметру 80 см. В цьому випадку можна добути із землі найбільшу частину органічної маси пня з корінням і одночасно зберегти в ґрунті периферійні корені, що створює позитивні умови для збереження поживного середовища у ґрунті при наступному лісовідновленні.

Ріжучий пристрій – це рама з циліндричними поясами коробчастого перерізу, жорстко зв'язаними між собою. Циліндричний ніж, що складається

з двох половинок, кріпиться до поясів рами, яка приводиться в дію чотирма силовими циліндрами. Після охоплення дерева і затиску стовбура (при самій кореневій шийці) двома важелями з ножовими носиками відбувається їх занурення (перепилювання горизонтальних і похилих бічних коренів). Якщо на шляху машини трапляється дерево з діаметром кореневої шийки не вище 14 см, важелі „перекусують” стовбур. При повороті стріли для укладання дерева на землю або транспортний засіб, від нього відділяють пень з корінням. Їх збирають і очищують від землі з допомогою переобладнаного агрегату для збирання лісосічних залишків ПЛО-1А, оснащеного вібраційним піддоном, використання якого при переміщенні агрегату ПЛО-1А до відвантажувального майданчика забезпечує відділення і висипання на ґрунт до 70 % землі.

3.14 Звалювання дерев за методом “на замок”

Звалювання дерев цим методом проводиться таким чином: підпил клиноподібної форми виконується двома різми. Перший різ – під кутом 45-50⁰ до осі стовбура, другий різ – перпендикулярно до осі стовбура вище нижньої кромки першого різу на 1/10 діаметра дерева на висоті зрізування.

Глибина підпили 1/4-1/3 діаметра стовбура. Далі стовбур спилують шляхом виконання пропили перпендикулярно до його осі з протилежної сторони до вибраного напрямку падіння. При цьому залишається недопил 2-4 см.

При прикладанні зусилля помічником вальщика валочною вилкою до стовбура в сторону падіння першочергово проходить сколювання волокон в площині між стовбуром і пеньком паралельно осі дерева. В цей момент нахилена поверхня підпили впирається в пеньок, внаслідок чого стискаються волокна. При подальшому падінні дерева здійснюється надлом, а розрив волокон недопили відбувається тільки в пеньку.

Наявність пенька унеможливорює скручування дерева навкруги своєї осі щодо лінії недопилу в процесі падіння під дією зовнішніх факторів (порив вітру, ексцентричність крони, тощо) і забезпечує його падіння у вибраному напрямку, що значною мірою підвищує безпеку праці вальщика. Виривання волокон недопилу завжди відбувається з пенька, а не з боку стовбура, чим зберігається товарність деревини.

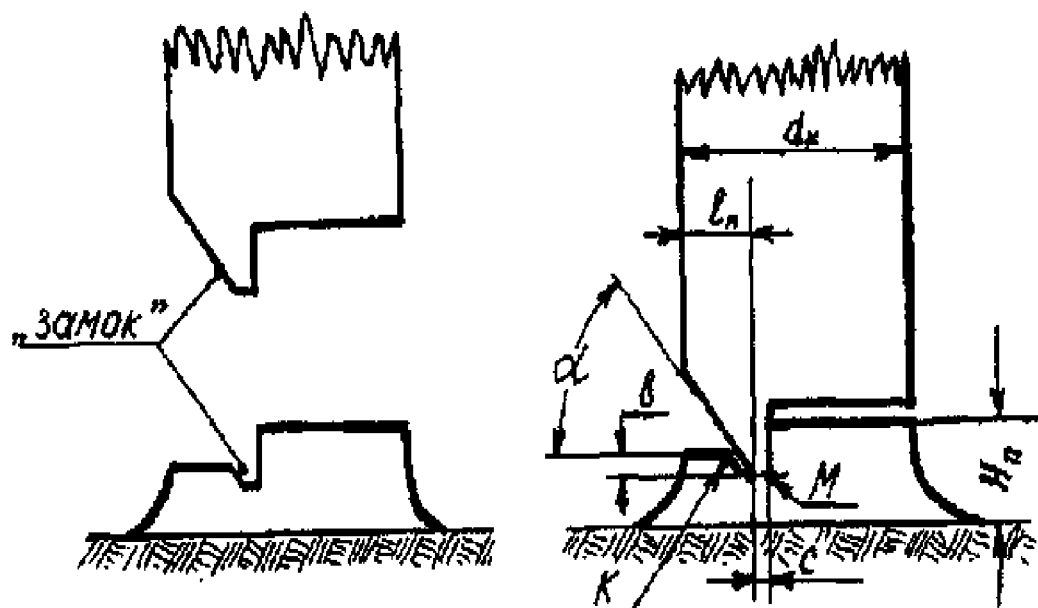


Рисунок 3.10 – Звалювання дерев методом “на замок”:
а - схема звалювання дерев методом “на замок”; б - позначення елементів підпили і спилювання дерева при його звалюванні