

Гриб В. М., Грушанський О. А., Магура Б. О., Сендонін С.Є.

ОСНОВИ ЛІСОЕКСПЛУАТАЦІЇ

Навчальний посібник
(частина II)

Київ
2021

УДК 630*28 (075)
Г 68

*Рекомендовано до друку вченою радою
Національного університету біоресурсів і природокористування України
(протокол № 3 від 28 жовтня 2021 р.)*

Рецензенти:

Голубець В. М., доктор технічних наук, завідувач кафедри технології матеріалів і машинобудування НЛТУ України, професор;

Цанко Ю. В., доктор технічних наук, професор кафедри технологій та дизайну виробів з деревини, НУБіП України;

Ірклієнко С. П., кандидат сільськогосподарських наук, директор «Укрцентркрадріліс», старший науковий співробітник

Г 68 **Гриб В. М.**, Грушанський О. А., Магура Б. О., Сендонін С. Є. Основи лісоексплуатації : навчальний посібник (частина II). Київ : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2021. 288 с.

ISBN 978-617-7878-39-0

Зміст навчального посібника відповідає навчальній програмі дисципліни «Основи лісоексплуатації». Наведено необхідні відомості про технологічні процеси та обладнання лісопромислових виробництв. Із ростом потреби в деревині особливого значення набуває її комплексне та раціональне використання що влечет удосконалення технології заготівлі та комплексної переробки деревини. Описано призначення, класифікацію, принцип роботи, будову, основних машин та механізмів, які застосовуються для проведення лісозаготівель та переробки деревини як в Україні, так і за кордоном.

Розраховано на співробітників наукових установ, аспірантів і студентів лісогосподарських факультетів вищих навчальних закладів, фахівців лісового господарства.

ISBN 978-617-7878-39-0
(438.42)

УДК 633.877(477.41+477.85)

© Гриб В.М., Грушанський О.А., Магура
Б.О., Сендонін С.Є., 2021
© НУБіП України, НЛТУ України 2021

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ



Гриб Володимир Макарович

Доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісівництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни «Основи лісоексплуатації», «Підсочка лісу та лісохімія», «Лісопромислове виробництво». Керує дипломним проєктуванням, проводить навчальні практики. Наукові інтереси пов'язані з розробкою та удосконаленням природозберігаючих технологій лісозаготівель та відтворення лісів. Автор понад 90 наукових праць, з яких 4 монографії, 2 навчальних посібники, 7 патентів на винаходи.

Електронна адреса: gribvm@ukr.net



Грушанський Олег Андрійович

Кандидат технічних наук, доцент. Заслужений викладач Національного аграрного університету, член-кореспондент Лісівничої академії наук України. Автор понад 40 наукових та науково-методичних праць. Учасник трьох міжнародних виставок та ярмарків. Нагороджений двома срібними медалями ВДНГ СРСР, знаком «Лауреат НТТМ», почесним званням «Изобретатель СССР».

Електронна адреса: dr.grushansky@ukr.net



Магура Богдан Олексійович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри лісопромислового виробництва та лісових доріг Національного лісотехнічного університету України. Викладає дисципліни «Основи лісоексплуатації», «Технології спеціалізованих виробництв лісового комплексу», «Наукові основи організування технічної експлуатації машин і устаткування». Наукові інтереси пов'язані з розробкою екологобезпечних технологій лісозаготівель. Є автором та співавтором понад 90

наукових і навчально-методичних праць, серед яких 2 монографії, англо-український словник лісотехнічних термінів, лісотехнічний термінологічний словник.

Електронна адреса: magbogdan@yahoo.com.



Сендонін Сергій Євгенович

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісівництва Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни «Лісівництво», «Регулювання продуктивності лісів», «Лісова пірологія», «Рекреаційне лісівництво». Наукові інтереси пов'язані з дослідженням впливу абіотичних факторів на природне поновлення лісу у дібровах Лісостепу України. Автор 42 наукових праць, з яких 3 монографії, 1 навчальний посібник і 3 підручника. Електронна адреса: s.e.sendonin@nubip.edu.ua

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	6
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНИЙ ПРОЦЕС.....	7
1.1. Сучасне становище та перспективи комплексного використання деревини.....	7
1.2. Лісові ресурси світу, України та їхнє значення для народного господарства.....	11
1.3. Структура виробничого процесу лісозаготівель. Особливості лісосічних робіт.....	14
1.4. Категорії лісів. Лісосировинна база. Розрахункова лісосіка	16
1.5. Законодавчо-нормативна база лісозаготівель.....	23
РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ ТЕОРІЇ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ.....	27
2.1. Способи механічного оброблення деревини.....	27
2.2. Види різання та пиляння деревини.....	30
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ЛІСОСІЧНИХ РОБІТ.....	39
3.1. Підготовчі та допоміжні роботи.....	39
3.2. Види технологічних процесів та склад робіт на лісозаготівлях.....	43
3.3. Механізоване звалювання дерев.....	47
3.3.1. Види і характеристики ручного інструменту.....	48
3.3.2. Прийоми механізованого звалювання дерев бензиномоторними пилками.....	63
3.3.3. Схеми звалювання дерев бензопилками на пасіках.....	69
3.3.4. Продуктивність бензиномоторних пилок	73
3.4. Машинне звалювання дерев.....	74
3.4.1. Класифікація лісозаготівельних машин.....	74
3.4.2. Способи звалювання дерев машинами.....	76
3.4.3. Конструктивні та експлуатаційні особливості закордонних лісозаготівельних машин.....	81
3.4.4. Технологія виконання робіт лісозаготівельними машинами.....	86
3.4.5. Змінна продуктивність лісозаготівельних машин.....	92
РОЗДІЛ 4. ТРЕЛЮВАННЯ ДЕРЕВИННОЇ СИРОВИНИ.....	97
4.1. Способи трелювання та їхня класифікація.....	104
4.2. Схеми розташування трелювальних волоків. Середня відстань трелювання.....	107

4.3. Тракторне трелювання деревини.....	110
4.3.1. Виначення рейсового навантаження трелювального трактора.....	137
4.3.2. Розрахункова продуктивність трелювальних тракторів.....	141
4.4. Трелювання деревини канатними установками.....	143
РОЗДІЛ 5. ОЧИЩЕННЯ ДЕРЕВ ВІД ГІЛОК.....	148
5.1. Способи очищення дерев від гілок.....	148
5.2. Очищення дерев від гілок ручним моторним інструментом...	151
5.3. Машинне очищення дерев від гілок.....	153
РОЗДІЛ 6. ВЕРХНЬОСКЛАДСЬКІ РОБОТИ.....	160
РОЗДІЛ 7. ТРАНСПОРТ ДЕРЕВИНИ.....	176
РОЗДІЛ 8. НИЖНЬОСКЛАДСЬКІ РОБОТИ.....	185
8.1. Загальні відомості про лісопромислові склади.....	185
8.2. Розвантажувально-відвантажувальні роботи на лісових складах.....	196
8.3. Розкрязування лісоматеріалів.....	209
8.4. Сорткування лісоматеріалів.....	222
РОЗДІЛ 9. ОСНОВИ ПІДСОЧКИ ЛІСУ ТА ЛІСОХІМІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ ДЕРЕВИНИ.....	231
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	281
ДОДАТКИ.....	282

ПЕРЕДМОВА

Природні ресурси планети Земля являють собою частину всієї сукупності природних умов існування людства, важливу складову навколишнього середовища, що використовуються в процесі суспільного виробництва для задоволення наявних матеріальних і культурних потреб. Головними видами природних ресурсів є сонячна енергія, внутрішнє зелене тепло, водні, земельні, мінеральні ресурси, рослинний і тваринний світ. Разом із тим, у природних ресурсах нашої планети мабуть неможливо знайти ще один матеріал, який за своїм різноманітним призначенням та широтою застосування у житті людини можна було б зрівняти з деревиною. Величезні лісові простори з колосальними запасами деревини завжди слугували натуральним джерелом одержання лісоматеріалів для найрізноманітніших потреб.

Із давніх часів люди широко використовували деревину передусім як паливо, згодом – як будівельний матеріал, а також для виготовлення різних предметів домашнього вжитку, серед яких прості знаряддя виробництва, а в міру розвитку продуктивних сил – і для таких потреб, як будівництво військових кораблів.

На сьогодні нараховується більше 20 тисяч застосувань деревини у народному господарстві: складні будівельні конструкції і деталі для сільськогосподарських машин, художні меблі та й меблі взагалі, етиловий спирт і деревне вугілля для металургії, кріплення для вугільних шахт і папір понад 200 видів та сортів, тканини для одягу й шпали для залізничних доріг, шовк та кормові дріжджі – все це продукція з деревини, уже освоєна промисловістю.

Нині деревину в деяких областях споживання використовують меншою мірою, ніж у минулому. Так, відпала потреба у дерев'яних військових кораблях, та й будівлі зараз виготовляють з вогнестійких матеріалів, а не дерев'яні. Проте сфера споживання деревини у цілому значно розширилася. Останнім часом у всьому світі зростає інтерес до отримання енергії з біомаси, оскільки окрім гідроенергії тільки біомаса є відновлювальним джерелом енергії. Перевага рослинної сировини полягає в можливості використання прихованої у рослинах енергії на місці виробництва без транспортування. Комплексне використання деревини – це всебічне, економічно виправдане використання всіх корисних компонентів деревини і деревних відходів.

Мета посібника поліпшити підготовку фахівців лісового господарства у вивченні технологічних процесів та обладнання ліспромислових виробництв.

Частка підготовленого матеріалу за всіма темами під час написання посібника однакова для всіх авторів.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНИЙ ПРОЦЕС

1.1. Сучасне становище та перспективи комплексного використання деревини

Потреба в продукції лісу зростає з безперервним розвитком народного господарства. Будівництво житлових будинків, бібліотек, шкіл, фабрик, шахт і промислових споруд вимагає величезної кількості деревини, що є одним з основних будівельних матеріалів. Деревина у круглому вигляді слугує за будівельний матеріал, є сировиною для виробництва пиломатеріалів, шпал, фанери, меблів, тари дерев'яної і т. п. Круглі лісоматеріали застосовуються також у вугільній і гірничорудній промисловості. Величезна кількість деревини переробляється для отримання різних видів паперу, картону, пластмаси. Деревина являє собою неоцінену сировину для хімічної промисловості. З неї виготовляють патоку, білкові дріжджі, що використовують як добавку до корму худобі. З продуктів хімічної переробки деревини одержують штучний шовк, вату, шерсть, виготовляють фарби, лаки. З деревини отримують оцтову кислоту, яка в необмеженій кількості застосовується як допоміжний матеріал у виробництві автомобільних та інших лаків, для фарбування тканин обсягами в мільйони метрів. Із кори дерев багатьох видів лісових рослин, наприклад верби, ялини, дуба і модрина, з листя скумпії та інших порід одержують дубильні речовини.

Слід зазначити, що поряд із діловою деревиною в народне господарство інтенсивно залучаються кускові відходи лісопиляння і деревообробки, низькосортна деревина, маломірна деревина від рубок, пов'язаних із формуванням та оздоровленням лісів, сипучі відходи (тирса) і кора, лісосічні відходи (гілки, сучки, пні) всіх сортів і видів деревини. Основний напрям використання кускових відходів лісопиляння та деревообробки — виробництво технологічної тріски для целюлозно-паперової промисловості. Водночас, перероблення кускових відходів лісопиляння на тріску потребує на 30–40% менше капітальних вкладень, ніж при виготовленні тріски з дров і лісосічних відходів. Важливе значення має повна переробка кускових відходів фанерного виробництва для виготовлення деревостружкових плит, а також фанери при формуванні її внутрішніх шарів.

Шляхом хімічної переробки деревини отримують целюлозу, папір, картон, тканини, цукор, етиловий спирт, кормові дріжджі, білок, мастила та ін. У результаті хіміко-механічної переробки низькоякісної деревної сировини і її відходів можна отримати такі високоефективні замітники ділової деревини, як деревоволокнисті, деревостружкові плити, тарний картон тощо.

Ефективне також використання в целюлозно-паперовому виробництві хвойних технологічних дров та тріски, що виробляється з них, і паливних дров, хоча переробка їх пов'язана з великими експлуатаційними витратами порівняно з переробкою балансової деревини, через підвищені витрати енергії і хімікатів, збільшення тривалості виробничого циклу і т. п. Низькоякісна деревина й деревні відходи широко застосовуються в гідролізованому виробництві.

Внаслідок піролізного виробництва (розкладання деревини без доступу повітря у спеціальних апаратах) отримують деревне вугілля. Відповідно до вимог стандарту, деревне вугілля може вироблятися декількох марок: марки А (одержане при піролізу твердолистяної деревини); марки Б (одержане при піролізу суміші твердо- та м'яколистяної деревини); марки В (одержане при піролізу суміші твердо-м'яко-листяної і хвойної деревини). Застосування готового деревного вугілля безпосередньо залежить від породи переробленої деревини. Підвищеним попитом користується тільки вугілля марки А, а вугілля марок Б і В має попит як побутове паливо для камінів і печей. На підприємствах, що спеціалізуються на виготовленні деревного вугілля, накопичується великий обсяг дрібних відходів, які не знаходять збуту і можуть бути перероблені в брикети. Деревовугільні брикети являють собою високоякісне паливо. Самі брикети відзначаються великою механічною міцністю, підвищеною щільністю, високою теплотворною здатністю. Брикетування деревовугільних відходів проводиться із застосуванням в'язучих речовин.

Одним з ефективних способів підготовки деревних відходів до утилізації є їх брикетування без використання в'язучих речовин. Брикети бувають двох видів: паливні та технологічні (гранули). Паливні брикети можна використовувати для опалення в домашніх печах і камінах, а також у заводських котельних і ТЕЦ. При згорянні теплотворна здатність деревних брикетів становить 4000–5000 ккал/кг. Пресування деревних відходів, з одного боку, дозволяє очистити території підприємств, а з іншого — вирішити ряд екологічних проблем. Брикети з деревних відходів і кори практично не містять сірки, тому в продуктах їх згорання відсутні SO_2 і SO_3 , а вміст CO мінімальний. Крім того, попіл, що утворюється при спалюванні брикетів, має властивості ефективного калійного добрива.

Цікавим і перспективним напрямом комплексного використання деревини є перетворення твердих деревних відходів у газ — газифікація. Сьогодні вже відомі техніка і технології газифікації кускової деревини, відходів її переробки та відходів лісозаготівлі з метою одержання енергетичного газу для котельні і дизелів. Обладнання підприємств лісопромислового комплексу установками з брикетування й газифікації дозволить вирішити проблему використання

нетоварної деревини і деревних відходів, скоротити обсяги деревних відходів, які накопичуються у відвалах деревопереробних підприємств, що завдають екологічної шкоди довколишнім водоймам, забезпечити деревообробні підприємства і сільські населені пункти дешевою електричною і тепловою енергією, поліпшити екологічну ситуацію в Україні. На жаль, підприємства не поспішають впроваджувати нові технології, що дають можливість не тільки отримати ефективне паливо, а й утилізувати деревні відходи. Це зумовлено як високою вартістю розробок, так і великими витратами на переобладнання і реконструкцію існуючих виробництв.

Життя людини неможливо уявити без використання корисностей лісу, серед яких найголовніша, безперечно, деревина. Вона необхідна у будівництві, для хімічних, технічних галузей, як енергетична складова паливно-енергетичного комплексу. Важко уявити собі оформлення інтер'єрів житлових, промислових, культурних приміщень без елементів, виготовлених з деревини. Інтер'єр приміщень формується певними факторами, такими, як простір, світло, колір об'єктів. Це знаходить своє відображення у вигляді підлогових покриттів, панелей, стель, різноманітних виробів і, в кінцевому рахунку, необхідним у кожному інтер'єрі компонентом – меблями, що дає поштовх для подальшого розвитку столярного та меблевого виробництва. Тому вивчення її будови, фізичних, хімічних і механічних властивостей, можливості застосування у різних галузях народного господарства залишається актуальним для науковців, спеціалістів, лісівників, головним завданням яких є забезпечення невиснажливого використання, збереження, відтворення та примноження природних лісівничих ресурсів.

Серед продуктів лісохімічних виробництв на одному з перших місць знаходиться каніфоль і скипидар, які на сьогодні виступають єдиним природним джерелом смоляних кислот і терпенів. Унікальні властивості цих сполук, зокрема, висока реакційна здатність, перетворюють їх на незамінні для синтезу низки хімічних речовин, що мають важливе технічне значення. Крім того, самі каніфоль і скипидар також досить широко використовуються у різних галузях народного господарства. Каніфоль у великих кількостях застосовується при виробництві паперу і картону, лаків і фарб, гумових і електротехнічних виробів. Скипидар незамінний при одержанні розчинників, мастил, медичних препаратів тощо. Враховуючи важливість отримуваної сировини, переконуємося, що підсочка лісу сучасними методами — один з ефективних видів прижиттєвого використання лісу.

Ще в глибоку давнину люди знали про властивість дерев деяких порід виділяти смолисту речовину при надрізах. З давніх часів людство знайоме із застосуванням природних рослинних смол. У стародавніх культурах народів

Старого Світу (індусів, китайців, вавилонян, австрійців, персів, римлян), а також Америки (інків, майя, ацтеків) смоли застосовували, перш за все для бальзамування, жертвоприношення та інших культових цілей під час різноманітних святкувань. Їх використовували як лаки, покриття, клеї для укріплення наконечників стріл та списів, у косметичі, медицині. Застосування смол вважалося в деякий період навіть мірилом культури і достатку народу або окремої верстви населення. Проте найбільше смолу використовували для просмолення дерев'яних суден.

Про застосування смоли для виготовлення лаків уперше згадується в роботах Плінія і Діоскорида. Спочатку смоли не розбавляли органічними розчинниками, а наносили на поверхню за допомогою гарячого заліза і факела, а потім полірували до гладкого стану. Художники епохи Відродження застосовували янтарні лаки, рецепти яких вони скрупульозно розробляли шляхом дослідів, як, наприклад, Леонардо да Вінчі. Найвищого розквіту мистецтво лакування і приготування лаків досягло в країнах Далекого Сходу — Індії, Китаю, Кореї, Японії.

У медицині смоли слугували дезінфікуючим покриттям під час лікування ран і при операціях. У першій фармакопеї, написаній грецьким ботаніком Діоскоридом, наводиться близько 600 цінних засобів, серед яких багато смол і бальзамів. Але значно ширше, ніж у медицині, смоли застосовували для приготування косметичних мазей. Для цього в основному використовували камедь модрина і живицю сосни. Особливе місце в історії смол належить бурштину. Його цінували вже в епоху кам'яного віку, про що свідчать знахідки в печерах Моравії, Франції, Іспанії. Після відкриття Америки і морського шляху в Індію у Європі знайшли застосування нові смоли.

Перші достовірні відомості про підсочку з'явилися близько 3 тис. років тому і відносяться до часів Древньої Греції, де проводилася підсочка фісташкового дерева.

Упродовж усіх років продукти підсочного виробництва в цілому світі відносилися до дефіцитних, не змінилася ситуація й тепер. До останнього часу щорічний обсяг заготівлі живиці у світі становив 976 тис. т. Нині основними світовими продуцентами живиці та продуктів її переробки є Китай, Бразилія та країни Східної Азії. А в таких країнах, як Франція, США, що у минулому були найбільшими виробниками живиці, зараз її заготовляють у невеликих кількостях. У Західній Європі лише Португалія добуває значні обсяги живиці. Припинили заготовляти живицю й у Польщі. Це призвело до зменшення випуску соснової живичної каніфолі, хоча попит на неї не падає. Частково потреба в живичній каніфолі перекивається за рахунок екстракційної і талової каніфолі (435 тис. т.), частка яких у виробництві кожного року зростає.

1.2. Лісові ресурси світу, України та їхнє значення для народного господарства

Ліс є одним з найважливіших елементів біосфери і основною сировинною базою для лісозаготівельної, деревної, целюлозно-паперової і лісохімічної промисловості.

Ліси регулюють клімат, водний режим, захищають сільськогосподарські угіддя від суховіїв та посух, а ґрунти від водної та вітрової ерозії, поглинають шкідливі речовини та виділяють в атмосферу кисень (ліси виробляють 60% необхідного людству кисню, решту 40% забезпечують рослини морів, океанів, полів, садів і городів). Під лісами знаходиться близько 30 % суходолу Землі. Вони охоплюють 4 млрд га, з яких площа лісів становить майже 3 млрд га. На цій площі накопичено понад 350 млрд м³ деревини. На одного мешканця Землі припадає 0,67 га вкритої лісом площі. Розподіл лісів по поверхні суші дуже нерівномірний. Значна частина їх росте в країнах Європи, Північної Америки та Росії. На тропічні ліси площею 1 млрд га припадає до 125 млрд м³ деревини. Однак велика цінність останньої передбачає й інтенсивну їхню вирубку.

На кінець минулого століття лісокористування досягнуло 4,0 млрд м³. Річний приріст в усіх освоєних лісах світу становить 5,5 млрд м³.

Ліси України за своїм призначенням і розміщенням виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі, рекреаційні та інші функції і забезпечують потреби суспільства в лісових ресурсах.

До особливостей лісів та лісового господарства України відносяться:

- досить низький середній рівень лісистості території країни;
- зростання лісів у різних природних зонах (Полісся, Лісостеп, Степ, Українські Карпати та Гірський Крим), що мають істотні відмінності щодо лісорослинних умов, методів ведення лісового господарства, використання лісових ресурсів та корисних властивостей лісу;
- переважно екологічне значення лісів та висока їх частка (до 50%) з режимом обмеженого лісокористування;
- висока частка заповідних лісів (15,4%), що мають стійку тенденцію до зростання;
- історично сформована ситуація із закріпленням лісів за численними постійними лісокористувачами (для ведення лісового господарства ліси надані в постійне користування підприємствам, установам і організаціям кількох десятків міністерств і відомств);
- значна площа лісів зростає у зоні радіоактивного забруднення;
- половина лісів України є штучно створеними і потребують посиленого догляду.

Загальна площа земель лісогосподарського призначення та лісів на інших категоріях земель становить **10,8 млн га**, з яких вкритих лісовою рослинністю **9,6 млн га**. Ліси розраховані нерівномірно, переважно сконцентровані у Поліссі та в українських Карпатах. Запас деревини в лісах оцінюється в межах **2,1 млрд м³**. Середній запас деревини в лісах України сягає **186 м³/га**. В Закарпатті середній запас становить 342 м³/га. Загальна середня зміна запасу (приріст) сягає 35 млн м³. Середня щорічна зміна запасу на 1 га у лісах України дорівнює 4,0 м³ і коливається від 5,0 м³ у Карпатах до 2,5 м³ у Степовій зоні. Відбувається поступове збільшення запасу, що підтверджує значний економічний і природоохоронний потенціал лісів України. Найбільшу питому вагу у насадженнях мають середньовікові деревостани – 45 %, стиглі і перестійні – майже 17%. Забезпеченість лісом населення України становить усього 0,12 га/жителя, тоді як у Польщі – 0,24, Румунії – 0,29, Болгарії – 0,42 га/жителя.

Лісистість України (частка вкритих лісовою рослинністю земель у загальній площі території країни) становить **15,9 %** і є нижчою, ніж у багатьох країнах Європи. До того ж, цей показник значно коливається в регіональному розрізі. Частка гірських лісів становить 21,8 % (рис. 1.1). Оптимальною вважається лісистість не 20–22 %.



Рис.1.1. Лісистість України у розрізі адміністративно-територіальних одиниць, %.

За 50 років лісистість зросла майже в 1,5 раза, а запас деревини – в 2,5 раза. Україна за площею та запасами лісу посідає 8-ме місце в Європі. Лісистість деяких країн Європи наведено в таблиці 1.1.

Для ведення лісового господарства ліси надані державою у постійне

користування підприємствам, установам і організаціям кількох десятків міністерств і відомств.

Таблиця 1.1

Лісистість країн Європи

№ з/п	Країна	Площа вкритих лісом земель, тис.га	Лісистість, %
1	Швеція	27264	60,3
2	Фінляндія	21883	64,7
3	Франція	15156	27,6
4	Іспанія	13509	26,7
5	Німеччина	10740	30,1
6	Туреччина	9954	12,8
7	Італія	9857	32,7
8	Україна	9491	15,9
9	Польща	8942	28,6
10	Норвегія	8710	26,9

Державне агентство лісових ресурсів України, у підпорядкуванні якого перебуває 73% лісів країни, є центральним органом виконавчої влади у галузі лісового та мисливського господарства (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Розподіл загальної площі земель лісового фонду України

Лісокористувачі	Площа, млн. га	Площа, %
Державне агентство лісових ресурсів	7,88	73
Органи місцевого самоврядування	1,40	13
Землі ненадані у користування	0,76	7
Міндовкілля	0,22	2
ДАЗВ України	0,22	2
Мінінфраструктури	0,11	1
Інші	0,21	2
УСЬОГО	10,8	100

Ліси України сформовані понад 30 видами деревних порід, серед яких домінують сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.), бук лісовий (*Fagus silvatica* L.), ялина (*Picea abies* L.), береза повисла (*Betula pendula* Roth.), вільха клейка (*Alnus glutinosa* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), ялиця біла (*Abies alba* Mill.). Хвойні насадження охоплюють 46 % загальної площі лісів, зокрема сосна – 35 %. Твердолистяні насадження становлять 43 %, у тому числі дубові і

букові – 38 % (рис.1.2).



Рис. 1.2. Розподіл площі лісів України за переважаючими породами

Загальний річний об'єм заготівлі деревини в лісах України становить 18–19 млн м³, з яких 13–15 млн м³ припадає на Держлісагенство України. При цьому потенційні можливості лісів використовуються не повною мірою, що підтверджується використанням річного приросту в межах 60 % (рис. 1.3).

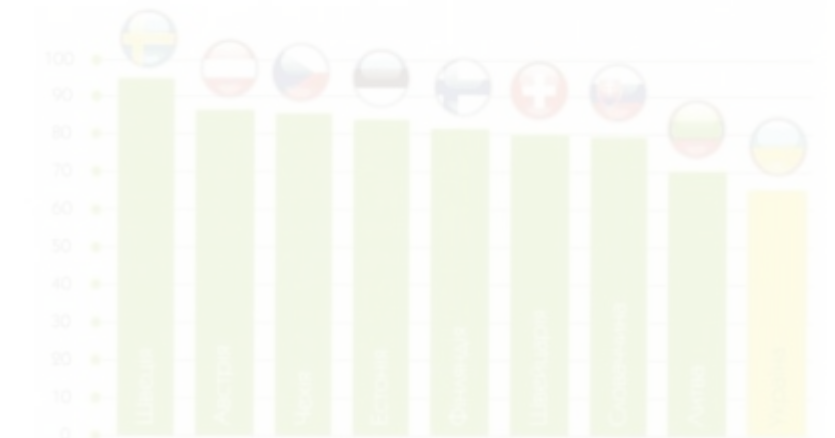


Рис. 1.3. Використання річного приросту деревини

В Україні протягом року вирубується лише 0,9% запасу, тоді як у Швейцарії щорічний обсяг – складає 1,9% запасу, Чехії – 2,4%, Фінляндії – 2,8, Великобританії і Бельгії – 3 і 3,1% відповідно. В недалекому минулому в Україні щорічно споживалося 35 – 40 млн м³ деревини, в тому числі власної –

15 – 17 млн м³.

1.3. Структура виробничого процесу лісозаготівель. Особливості лісосічних робіт.

Виробничий процес – це сукупність усіх спільних дій людей і засобів виробництва, направлених на виготовлення певної продукції. Він складається з **ОСНОВНОГО** процесу, який називається *технологічним процесом*, і **ДОПОМІЖНОГО**, що включає процеси матеріально-технічного забезпечення, експлуатації, ремонту, будівництва та інші.

Технологія (від грец. *техно* – майстерність і *логія* – вчення) – наука чи сукупність знань про способи впливу на сировину, матеріали чи напівфабрикати відповідними засобами виробництва. Під *технологією лісосічних робіт* розуміють сукупність знань про способи виконання на лісосіках і навантажувальних пунктах ряду операцій від звалювання дерев і до відвантаження його на рухомий склад лісовозної дороги, в результаті чого змінюються форми, розміри і місця розміщення предмета праці.

Посилаючись на роботи Г.Ф.Морозова, який розробив класифікацію способів рубок головного користування і вказував, що рубки і відтворення насаджень – синоніми, можна навести наступне тлумачення терміну лісоексплуатації. З однієї сторони **лісоексплуатація** є завершальним етапом у системі лісового господарства, а з іншої – початковим пунктом усіх видів промислового використання продуктів лісу.

У порядку спеціального використання можуть здійснюватися наступні види використання лісових ресурсів: заготівля деревини в порядку рубок головного користування; заготівля другорядних лісових матеріалів; побічні лісові користування; вирощання корисних властивостей лісів для культурно-оздоровчих, рекреаційних, спортивних, туристичних і освітньо-виховних цілей, потреб мисливського господарства, проведення науково-дослідних робіт (Лісовий кодекс України, ст.67). Зважаючи на наявність та значне поширення видів користувань лісовими ресурсами можна термін **лісоексплуатація** визначити як вид людської діяльності, направленої на одержання із лісу продуктів деревинного і не деревинного походження (заготівля хлестів, сортиментів, дрованої деревини, живиці, продуктів побічного використання тощо).

Технологічний процес – сукупність механічних, фізичних, хімічних процесів-операцій, які змінюють форму і розміри предмета праці, його властивості, зовнішній вигляд.

Допоміжні процеси повинні забезпечувати безперервну роботу технологічного процесу.

Виробничий процес лісозаготівлі поділяється на три основні фази:

- 1 – **лісосічні роботи;**
- 2 – **транспортвання деревини;**
- 3 – **нижньоскладські роботи.**

Фази виробничого процесу у свою чергу складаються з операцій.

Серед лісосічних робіт розрізняють *підготовчі, основні та допоміжні*.

Підготовчі роботи (підготовка виробництва) проводяться з метою створення необхідних умов для виконання основних операцій з високою продуктивністю праці та якістю робіт із дотриманням правил техніки безпеки.

Основні роботи включають наступні операції: звалювання дерев; очищення дерев від гілок; трелювання стовбурів; розкрязування стовбурів; сортування і штабелювання сортиментів; відвантаження деревної сировини на рухомий склад лісовозних доріг. У загальному вираженні це близько 60% **трудо витрат**

Допоміжні роботи обслуговують основне виробництво. До них входять доправлення робітників до місця праці; доставка пально-мастильних матеріалів; утримання і ремонт машин і лісовозних доріг; заточування інструментів; охорона обладнання та лісопродукції. Частка допоміжних робіт становить 40 % **трудо витрат**.

Лісозаготівельне виробництво і, передусім, його перша фаза – лісосічні роботи – відрізняються від інших підгалузей промисловості низкою **особливостей**:

1. Різноманітні природні та виробничі умови, що потребує конкретизації вибору технології та механізмів на кожній лісосіці.
2. Різноманітність розмірів, порід та якості деревини, а також продукції, яку з неї отримують (> 20 тис. найменувань), що ускладнює механізацію та автоматизацію виробництва.
3. Незначний запас деревини на лісових площах, що зумовлює часті переміщення дільничних майстерень і значну протяжність транспортних шляхів.
4. Суцільність лісоматеріалів, на відміну від торфу, руди, вугілля, які припускають подрібнення на невеликі частки упродовж всього процесу лісозаготівлі. Тому для лісосічних робіт потрібні потужні машини, в яких створюються значні короточасні напруження.
5. Територіальна роз'єднаність, що створює труднощі в управлінні, постачанні тощо.
6. У лісах відбувається природне поновлення лісових ресурсів.

Ці особливості створюють відповідні вимоги щодо організації технології

виконання лісозаготівельних робіт, яка не є постійною, а весь час розвивається та удосконалюється. Заготівля деревини відповідно до способу вивезення поділяється на **стовбурну** і **сортименту**.

Будь-який виробничий процес передбачає наявність трьох елементів: *праці* (цілеспрямована діяльність людини); *предмета праці* (сировина, напівфабрикат, деталь); *засобів праці* (знаряддя виробництва – машини, верстати та інструменти).

На лісозаготівлях предметом праці слугує **дерево**. Дерево складається з *кореневої системи*, **стовбура** і **крони**. Заготівля лісу проводиться з відділенням надземної частини дерева від кореневої системи. Таким чином дерево, як предмет праці лісозаготівельників, має стовбур і крону. В результаті очищення дерева від гілля і відрізання верхівки залишається стовбур, деревина якого виступає основною метою лісозаготівлі.

У загальній біомасі лісу, який відводиться в рубку, деревина орієнтовно становить 82 %, кора – 15, деревна зелень – 3 %. Розподіл біомаси в ростучому дереві нерівномірний.

Стовбур – це очищене від гілок звалене дерево без відділених від нього прикореневої частини і верхівки, яка зрізується в місці, де діаметр дерева не перевищує 6 см (рис. 1.4). Між діаметром відземка і діаметром на висоті грудей існує наступна залежність:

$$d_{\text{в}} = c \cdot d_{1,3}, \quad (1.1)$$

де c – коефіцієнт, середнє значення якого для сосни – 1,27; смереки – 1,25; берези – 1,21; осики – 1,16.

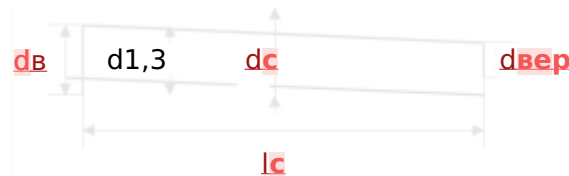


Рис.1.4. Основні параметри стовбура:

$d_{\text{в}}$ – діаметр відземка; $d_{\text{вер}}$ – діаметр вершини; l_c – довжина стовбура; $d_{1,3}$ – діаметр на висоті грудей; q_c – об'єм стовбура

Стовбур характеризується зменшенням діаметра відземка до верхівки, тобто збіжністю, яка, як параметр стовбура, використовується для програмування його розпилювання при розкрязуванні. Збіжність i визначається діленням різниці діаметрів стовбура на відстань між місцями заміру діаметрів:

$$i = \frac{d_1 - d_2}{l_1}, \quad (1.2)$$

де d_1 – максимальний діаметр стовбура, м; d_2 – мінімальний діаметр стовбура, м,

Збіжність стовбурів вимірюється у сантиметрах на метр довжини. У великих дерев (діаметр 0,52 – 0,60 м) середня збіжність становить: у смереки 2,5 см/м; сосни 2,6 – 3,2 см/м; в осики 2,4 см/м. Найбільша збіжність – поблизу відземка, найменша – у середній частині стовбура і становить 1 см/м. Об'єми стовбурів, як правило, визначаються за допомогою таксаційних таблиць, однак для технічних розрахунків можна користуватися наступною формулою:

$$q_c = \frac{\pi \cdot d_{1,3}^2}{4} \cdot L \cdot k_{\Phi}, \quad (1.3)$$

де k_{Φ} – коефіцієнт, який враховує форму стовбура (для сосни і смереки $k_{\Phi} = 0,54$, для берези $k_{\Phi} = 0,46$).

Маса стовбура визначається:

$$m_c = q_c \cdot \rho \quad (1.4)$$

де q_c – об'єм стовбура; ρ – середня щільність деревини, кг/м³

Маса кореневої системи дерев у залежності від виду і умов місцезростання коливається в межах від 7 до 20 % фітомаси стовбура. Висота пня, що залишається після звалювання обумовлюється видовим складом насадження, умовами місцезростання, терміном проведення лісозаготівель та технологією проведення лісозаготівель.

У залежності від прийнятої технології, машин та механізмів, що застосовуються, кінцевим продуктом лісосічних робіт можуть бути дерева (дуже рідко), хлисти, напівхлисти, сортименти та продукти поглибленої переробки (технологічна тріска, хвойна лапка тощо). У результаті виконання технологічної операції розкряжування – поперечного розподілу стовбурів (хлистів), отримуються колоди спеціального призначення – сортименти, відповідного класу якості, для подальшого використання або ж поглибленого перероблення.

1.4. Категорії лісів. Лісосировинна база. Розрахункова лісосіка

Згідно з редакцією Лісового кодексу України від 08.02.2006 р. ліси України за екологічним та соціально-економічним значенням та залежно від виконуваних функцій поділяються на **чотири категорії** (глава 6, стаття 39):

1. Захисні ліси (виконують переважно водоохоронні, ґрунтозахисні та інші

- захисні функції).
2. Рекреаційно-оздоровчі ліси (виконують переважно рекреаційні, санітарні, гігієнічні та оздоровчі функції).
 3. Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення (виконують особливі природоохоронні, естетичні, наукові функції).
 4. Експлуатаційні ліси.

Укрита лісом територія кожного адміністративного району закріплюється за державним лісгосподарським або мисливським господарством (держлісгоспом), яке підпорядковується обласному управлінню (об'єднанню) лісового господарства. Сучасна технологія розмежувала лісозаготівельний процес на дві абсолютно різні частини: лісосічні роботи та нижньоскладські роботи. У зв'язку з викладеним, виробнича схема лісозаготівельного підприємства включає лісосировинну базу, транспортну мережу, нижній склад.

Лісосировинна база підприємства – вкрита і некрита лісом територія, яка закріплена за лісовим підприємством (держлісгоспом) на тривалий період. Схема лісосировинної бази підприємства показана на рис. 1.5.



Рис. 1.5. Територіальна структура лісозаготівельного виробництва:
(виробнича схема лісозаготівельного підприємства)

1 – тупик залізничної дороги; 2 – нижній лісовий склад; 3 – лісосировинна база
4 – відгалуження (вітки) лісовозної дороги; 5 – вуси лісовозної дороги; 6 –

відвантажувальні пункти; 7 – лісосіки; 8 – лісовозна дорога (магістральна частина)

На закріпленій за підприємством лісосировинній базі щорічно відводяться в рубку участки (ділянки) лісу з запасом деревини достатнім для виконання державного плану лісозаготівлі (виробнича програма). Загальна площа цих участків (ділянок) та запаси деревини на них складають (становлять) **річний лісосічний фонд**. Тобто, річний лісосічний фонд – це сукупність лісосік, за категоріями лісів, що повинні бути вирубані протягом одного року. Його площа залежить від річного завдання підприємства, запасу та складу деревостану, лісогосподарських вимог.

Лісосіка – це ділянка деревостану на території лісосировинної бази, виділена в конкретному кварталі для розробки (здійснення заготівлі деревної сировини) в поточному році. Лісосіки можуть мати різну форму (особливо у гірській та пагорбистій місцевостях): прямокутну, квадратну, трикутну, форму таксаційного виділу та ін.

Основними організаційно-технічними показниками лісосіки є: площа (розміри); ширина (протяжність лісосіки перпендикулярно вусу лісовозної дороги); термін і спосіб примикання однієї лісосіки до іншої; напрям лісосіки (її напрям за довжиною: з півночі на південь, із заходу на схід, з північного сходу на південний захід і т.д.). Основні технологічні елементи лісосіки наведені на рис. 1.6.

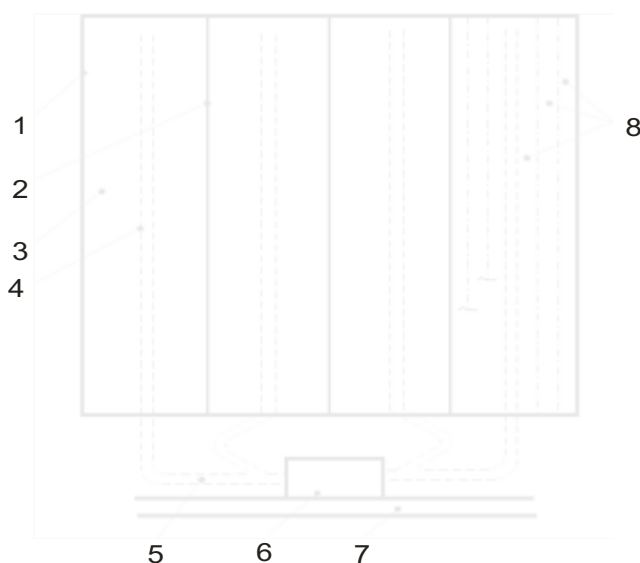


Рис. 1.6. Основні технологічні елементи лісосіки:

1 – границі лісосіки; 2 – границя пасіки; 3 – пасіка; 4 – пасічний трелювальний волок; 5 – магістральний трелювальний волок; 6 – лісонавантажувальний пункт (верхній склад); 7 – лісовозний вус, 8 – стрічка (лента)

Площа та розміри лісосіки регламентуються Правилами рубок головного користування (РГК), Санітарними правилами в лісах України, а також залежить від лісорослинних умов, переважаючих порід та ін. Під час застосування суцільної системи РГК проводяться суцільнолісосічні рубки, які за способами залежно від ширини лісосік можуть бути **вузько-, середньо- та широколісосічні**. Ширина лісосік вузьколісосічних рубок становить 50 метрів і менше, середньолісосічних – 51–100 метрів, широколісосічних – 101–200 метрів.

Площа лісосіки при застосуванні суцільних рубок не повинна перевищувати:

в експлуатаційних лісах: для хвойних – 3 гектари, інших деревостанів – 5 гектарів;

у лісах інших категорій – 3 гектари.

Площа лісосіки при застосуванні поступових рубок не повинна перевищувати в експлуатаційних лісах – 10 гектарів, у інших категоріях лісів – 5 гектарів.

Під час проведення добровільно-вибіркових рубок площа лісосік, як правило, визначається площею таксаційного (господарського) виділу, призначеного для рубки.

Під час здійснення комбінованих рубок, які поєднують елементи поступових і вибіркових систем рубок, площа лісосіки також не повинна перевищувати 5 гектарів.

Мінімальна площа суцільної санітарної рубки становить 0,1 гектара, а максимальна – визначається фактичними розмірами пошкодженого насадження, де необхідно провести таку рубку.

Для зручності розроблення лісосіки її поділяють на *ділянки, пасіки, стрічки*.

Ділянка – частина лісосіки, на якій всі роботи виконуються однією бригадою. Якщо лісосіка невелика і в ній працює одна бригада, то поняття лісосіки і ділянки збігаються.

Пасіка – частина ділянки, з якої звалені дерева, хлисти чи сортименти трелюють одним трелювальним волоком.

За тракторного трелювання лісоматеріалів пасіки, зазвичай, мають прямокутну форму, за канатного – у вигляді секторів (трикутників), верхівки яких розташовані біля трелювальної щогли. Ширина пасік встановлюється залежно від середньої висоти деревостану, способу розроблення лісосік,

визначеного вимогами щодо збереження підросту, способу звалювання і трелювання дерев (стовбурів), системи машин, що використовується. Поділ лісосіки на пасіки покращує організацію і технологію лісозаготівельних робіт, дає змогу раціонально розставити робітників і техніку, суворо дотримуватись правил техніки безпеки, зменшити пошкодження ґрунту, залишених на корені дерев тощо. Ширина пасіки b залежить від середньої висоти деревостану, кута звалювання та ширини пасічного трелювального волока:

$$b = 2H \cdot \sin \alpha + d, \quad (1.5)$$

де H – середня висота деревостану, м; α – кут звалювання дерев, d – ширина пасічного трелювального волока, м.

Пасіки для зручності можуть бути поділені на **СТРІЧКИ**, які розробляються при одноразовому проході лісозаготівельної (звалювальної) машин або звалювальника. Довжина стрічки l обумовлюється корисним навантаженням на трелювальний трактор, її шириною та середнім запасом насадження:

$$l = 10000 \cdot M / q \cdot b, \quad (1.6)$$

де M – корисне навантаження на трелювальний трактор, м³; q – середній запас насадження, м³; b – ширина стрічки, м.

У разі машинного звалювання роль пасік можуть виконувати стрічки.

Пасічний трелювальний волок – смуга шириною 5–6 м, очищена від дерев і пнів та призначена для трелювання дерев чи стовбурів. Пасічний волок розташовується у межах пасіки. Відстань (віддаль) між пасічними трелювальними волоками залежить від ширини пасіки.

До **магістральних трелювальних волоків** ставляться дещо вищі вимоги, оскільки на них трелювальні трактори працюють значно більший проміжок часу, збираючи деревину з кількох пасік. Відстань між ними становить (складає) 200 – 250 м, ширина 6–8 м. За бригадами або окремими машинами закріплюються навантажувальні пункти або верхні склади.

Для вивезення деревини з лісосіки до споживачів або на лісовий склад у лісовому масиві прокладають лісовозну дорогу або використовують дороги загального користування. Лісовозна дорога складається з **магістралі, віток і вусів**.

Лісовозна магістраль – це дорога круглорічного користування і, як правило, розрахована на весь термін експлуатації лісосировинної бази. Магістральну дорогу будують капітально (по ній проходить увесь вантажопотік заготовленої деревини).

Лісовозна вітка – відгалуження від лісовозної магістралі, яке обслуговує частину лісосировинної бази. Вітки використовують 10–15 років (ними перевозять частину заготовленої деревини). У разі значної кількості лісовозних

віток їм надають номери.

Лісовозний вус – тимчасова лісова дорога з терміном експлуатації від 1 до 3 років, яка з'єднує верхній склад і вітку. По ній перевозять заготовлену деревину з однієї або кількох лісосік.

Оптимальне розташування (розміщення) транспортної мережі повинно відповідати (супроводжуватися) мінімальним затратам на її будівництво та облаштування, перевезення лісоматеріалів та експлуатацію.

Будівництво магістральної дороги та віток ведеться поступового – по мірі освоєння сировинної бази, вуси будують безпосередньо під час освоєння розроблюваних лісосік (ділянок). Під час будівництва вусів використовують місцеві будівельні матеріали (пісок, гравій, порубкові залишки, низькоякісну деревину), а також колійні дерев'яні покриття у вигляді щитів, стрічок, а іноді й залізобетонні плити. Дерев'яні і залізобетонні покриття після освоєння лісосік переносять на наступні вуси при освоєнні нових лісосік (ділянок).

Заготовлену деревину вивозять на нижній склад, який розташований біля транспортних шляхів загального користування (залізниці, автомобільні дороги, ріки, тощо), або безпосередньо на сировинні склади деревообробних, целюлозно-паперових, лісохімічних та інших підприємств-споживачів деревної сировини.

Об'єм заготівлі деревини для підприємства регулюється **розрахунковою лісосікою** – щорічною науково обґрунтованою нормою заготівлі деревини в порядку рубок головного користування, яка затверджується для кожного власника, постійного користувача лісів окремо за групами порід, виходячи з принципів безперервності та невиснажливості лісових ресурсів (Лісовий кодекс України ст. 43). Вона може бути встановлена окремо для хвойних і листяних насаджень. Обмеження об'єму річної лісозаготівлі розмірами розрахункової лісосіки дає змогу упорядкувати обсяги рубання в часі, не допускати виснаження лісів і забезпечити оптимальний розмір рубань.

Усі способи рубок поділяються на *рубки головного користування (РГК)* та *рубки формування і оздоровлення лісів (РФОЛ)*. Рубки головного користування проводять у зрілих насадженнях з метою заготівлі деревинної сировини, рубки формування і оздоровлення лісів – у насадженнях, що не досягли віку зрілості для формування високопродуктивних насаджень (доглядові рубки лісу).

Рубки головного користування є основними при заготівлі лісу для задоволення потреб народного господарства. Протягом останніх 200 років велися пошуки таких способів рубки, які одночасно з рубкою деревостанів забезпечували б їх поновлення. За цей час у світовій практиці було запропоновано понад 100 способів РГК, тому їх почали об'єднувати у систему за організаційно-технічними показниками.

Залежно від категорії лісів, лісорослинних умов, біологічних особливостей деревних порід, складу і структури деревостанів, наявності та стану підросту господарсько цінних порід та інших особливостей лісових ділянок під час проведення РГК застосовуються **суцільна, вибіркова, поступова та комбінована** системи рубок.

У процесі **суцільних** рубок всі дерева, за винятком життєздатного підросту і молодих дерев цінних порід, вирубують за один прийом.

При **поступових** рубках весь деревостан рівномірно вирубується за 2–4 прийоми протягом одного класу віку (10–20 років). Це сприяє натуральному поновленню цінних порід. За першим прийомом деревостан рівномірно проріджують до повноти не $< 0,5$ – $0,6$, і вирубують до 40 % запасу. В першу чергу забирають дерева небажані в наступному насадженні, гірші екземпляри головних порід і дерева, які заважають росту підросту й самосіву. Наступний прийом назначають через 6–9 років (після появи надійного підросту). В процесі виконання наступних прийомів забирається решта дерев. Поступові рубки поділяються на **рівномірні** та **групові**. При **рівномірних рубках** деревостан проріджують рівномірно і всі прийоми закінчуються в один клас віку. При **групових рубках** – дерева з деревостану видаляють групами, утворюючи вікна в деревному покриві, як правило, не більші за подвійну висоту деревостану. Термін рубання при цьому способі розтягують на 2–3 класи віку.

Вибіркові рубки – проводять у різновікових насадженнях. При цьому забирається частина дерев визначеного віку (стиглі, перестійні), розмірів і якості (за великого попиту на визначений вид деревної сировини) або стану (сухостійні, хворі). За перший прийом деревостан проріджується на 20–35%. Термін повторюваності рубання 10–15 років. Повнота деревостану не повинна бути $< 0,4$ – $0,5$.

Комбіновані рубки – це заходи, під час здійснення яких поєднуються елементи поступової і вибіркової систем рубок. Площа лісосіки не повинна перевищувати 5 гектарів.

Віднесення лісової ділянки до конкретної системи, виду та способу рубки, визначення організаційно-технічних елементів відповідно до «Правила рубок головного користування» здійснюються під час проведення лісовпорядкування з урахуванням місцевих умов.

Рубки формування і оздоровлення лісів (РФОЛ) дають змогу покращити склад і товарну структуру деревостану, зменшити термін лісовирощування, збільшити вихід цінної деревини з одиниці площі. Значна їх роль у поновленні балансу лісу. Під час проведення РФОЛ застосовують такі рубки: **рубки догляду, санітарні, переформування, лісовідновні, пов'язані з реконструкцією, ландшафтні**. Залежно від віку насаджень виконуються такі

рубки догляду: освітлення, прочищення, проріджування та прохідні.

Освітлення і прочищення (у віці насаджень до 10 років) та прочищення (від 11 до 20 років) застосовують у молодняках, призначених для створення визначеного складу та густоти насаджень, посилення їх росту. При цьому проводиться інтенсивне проріджування деревостанів в основному за рахунок другорядних порід. Складність здійснення освітлення і прочищення визначається великою кількістю дерев, зростаючих на 1 га. Рубки проводяться через кожні 3–5 років.

Проріджування виконують у середньовікових деревостанах, за найбільшого приросту дерева за висотою. Вони проводяться з метою створення сприятливих умов для кращого формування стовбурів і крон, а також продовження догляду за складом деревостану.

Прохідні рубання здійснюють у середньовікових і пристигаючих насадженнях у віці 41 (у м'яколистяних – 31) років і більше й закінчуються за 10 років для листяних та 20 років для шпилькових порід до головного рубання. Мета прохідних рубань – збільшення приросту кращих і скорочення термінів вирощування технічно стиглих дерев. Терміни повторності виконання прохідних рубань 10–15 років.

Інтенсивність рубок догляду визначають показником проріджування деревостану. При цьому розрізняють наступні ступені інтенсивності: слабкий – до 15%, помірний – від 16 до 25%, сильний – від 26 до 35% і дуже сильний – понад 35% запасу деревостану.

1.5. Законодавчо-нормативна база лісозаготівель

На даний час ведення лісового господарства та зокрема заготівля деревини регламентується різноманітними законодавчими актами, такими як:

1. Лісовий кодекс України зі змінами і доповненнями від 08.02.2006 р.
2. Правила рубок головного користування (Наказ Держкомлісгоспу від 23.12.2009 р. № 364).
3. Правила поліпшення якісного складу лісів (постанова Кабінету Міністрів України від 12 травня 2007 р. № 724 зі змінами від 28.12.2011, 07.08.2013 та 23.03.2016 р.) замість "Правил рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства, та інших рубок" (1996 р.).
4. Санітарні правила в лісах України (Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства № 136 від 21.03.2012);
5. Земельний кодекс України.
6. Водний кодекс України.

Спеціальне використання лісових ресурсів на виділеній лісовій ділянці проводиться на підставі спеціального дозволу (*лісорубного квитка та лісового*

квитка). Лісорубний квиток (ордер) видається на використання лісових ресурсів державного значення (заготівля деревини при рубках головного користування і лісовідновних рубках у лісах, які перебувають в державній власності); використання лісових ресурсів місцевого значення; на проведення рубок догляду за лісом, санітарних та інших рубок. Лісовий квиток видається на заготівлю сіна, випасання худоби, розміщення вуликів і пасік, заготівлю дикорослих ягід, горіхів, інших плодів, лікарських рослин, технічної сировини, очерету, лісової підстилки; використання лісових ділянок у науково-дослідних цілях (без права вирубування дерев); на тимчасове використання земель лісового фонду для сільськогосподарського виробництва.

Для розробки лісосік формують карту технологічного процесу розроблення лісосіки (технологічну карту), що являє собою нормативний документ при виконанні лісозаготівельних робіт. Зазвичай технологічна карта складається лісничим, або ж начальником лісопункту, погоджується зі службою охорони праці та відділом лісового господарства, затверджується головним інженером, або ж головним лісничим. Кількість бригад, необхідна для виконання певного об'єму (обсягу) робіт на лісозаготівлях, обумовлюється загальною кількістю людино-змін, що необхідна для виконання робіт протягом року, кількістю робітників у бригаді та числом робочих днів на рік:

$$N = \frac{A}{P_{\text{ф}} \cdot D_{\text{р}}} \quad (1.7)$$

де A – загальна кількість людино-днів, що витрачаються робочими протягом року на виконання робіт із урахуванням перебезування, люд.-днів; $P_{\text{ф}}$ – кількість робітників у бригаді; $D_{\text{р}}$ – кількість робочих днів на рік.

Загальні трудовитрати на виконання A , що витрачаються протягом року складаються із трудовитрат на виконання основних операцій $A_{\text{о}}$, а також – трудовитрат на перебезування бригад $A_{\text{пер}}$. Кількість люд.-днів, що витрачається на виконання основних операцій, визначається за формулою:

$$A_{\text{о}} = \frac{Q_{\text{р}} \cdot P_{\text{ф}}}{\Pi_{\text{зм}}} \quad (1.8)$$

де $Q_{\text{р}}$ – річний об'єм виробництва, м³; $P_{\text{ф}}$ – кількість робочих у бригаді; $\Pi_{\text{зм}}$ – змінне завдання на бригаду, м³.

Змінне завдання на бригаду визначається у відповідності до прийнятої технології, структури та технічної оснащеності бригади. Для комплексних лісозаготівельних бригад $\Pi_{\text{зм}}$ визначається (обумовлюється) продуктивністю основної (базової) машини (ведучого механізму). Кількість люд.-днів, необхідних на перебезування бригад протягом року, визначається за формулою:

$$A_{\text{пер}} = t \cdot P_{\text{ф}} \cdot n \quad (1.9)$$

де t – час, що витрачається бригадою на перебазування з однієї лісосіки на іншу, P_{ϕ} – кількість робітників у бригаді, n – кількість лісосік, що розробляється протягом року.

Нині при проведенні лісозаготівельних робіт використовуються наступні форми бригад: мала комплексна, укрупнена та функціональна.

Мала комплексна бригада організована на основі однієї базової машини, як правило, трелювального трактора. Змінне завдання на бригаду, для усіх основних операцій, встановлюється виходячи з продуктивності цієї машини.

Укрупнені комплексні бригади бувають двох типів (варіантів):

– бригади, що працюють на базі кількох трелювальних тракторів, за сумарним виробітком яких встановлюється змінне завдання для бригади;

– бригади, що працюють на базі машин різного призначення, а змінне завдання встановлюється по ведучій базовій машині, що має найвищу продуктивність.

Добовий режим укрупнених бригад буває одно- або двозмінним. Інколи роботи виконуються у півтори зміни. Кількість машин розраховується з умов максимального їхнього завантаження, що досягається шляхом вибору раціональної технології заготівлі та первинної переробки деревини. Виробничі операції на лісосіках можуть виконуватися двома способами: бригада виконує весь комплекс робіт, включаючи навантажування деревини; або ж навантажування виконується спеціальною ланкою

Контрольні запитання

1. Яка площа і запас лісових ресурсів планети Земля?
2. Яка площа лісів і лісистість України?
3. Який запас лісових ресурсів України?
4. Наведіть основні елементи виробничого процесу.
6. Дайте визначення поняттю «виробничий процес».
7. Дайте визначення поняттю «технологічний процес».
8. Дайте визначення поняттю «лісоексплуатація».
9. Які операції виконуються під час лісосічних робіт?
10. Дайте визначення поняттям “річна лісосіка”, “лісосіка”, “ділянка”, “пасіка” і “стрічка”?
11. Назвіть категорії лісів України.
12. Поняття річної лісосіки та засади її визначення.
13. Наведіть способи рубань у лісах України.
14. Якими основними нормативно-правовими документами регламентується лісозаготівля в Україні?
15. Охарактеризуйте такі терміни та поясніть їхній зміст: технологічна

карта, лісорубний квиток, лісовий квиток.

РОЗДІЛ 2

ОСНОВИ ТЕОРІЇ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ

Головні складові технологічного процесу заготівлі та первинної переробки деревини можна розділити на дві групи. До першої групи відносяться роботи (операції) щодо механічного оброблювання деревини, до другої – роботи пов'язані з переміщенням лісоматеріалів із лісосік до місць складування та переробки або ж споживача (навантажування, транспортування, сортування, штабелювання та ін.).

1.1. Способи механічного оброблення деревини

Механічне оброблення деревини широко використовується під час виконання таких технологічних операцій, як звалювання дерев, очищення їх від гілок та сучків, розкрязування, поздовжнє розпилювання, подрібнення на тріску і т.д. Усі способи механічної обробки деревини базуються (основани) на властивості подільності деревини (розколювання та різання) під впливом прикладених зусиль роз'єднуватися на частини. Розколювання деревини здійснюється за допомогою **ДВОГРАННОГО** клина, який із достатнім зусиллям впроваджується в неї в площині паралельній волокнам. Розколювання надає виробу первісну (початкову) форму.

Якщо необхідно отримати цілком визначену форму та точні розміри, оброблення деревини здійснюється шляхом різання. Слід зазначити, що більшість способів механічного оброблення деревини базується на процесі різання, яке здійснюється за допомогою твердих клиноподібних різців із утворенням стружки.

Розрізняють наступні основні способи механічного оброблювання деревини:

різання – технологічний процес, під час якого від оброблюваного матеріалу відділяється його частина шляхом дії на заготовку робочого знаряддя з метою отримати виріб заданої форми і розмірів. Частина матеріалу, яка відділяється за однократний прохід різця – стружка. Робочим знаряддям вважається ріжучий інструмент, що має ріжучі елементи клиноподібної форми. Ріжучий елемент діє на заготовку лезом (ріжучою кромкою чи активним ребром клина), яке формує нову поверхню в заготовці – поверхню різання;

пиляння – процес закритого різання багаторізцевим інструментом з метою ділення заготовки, що обробляється, на недеформовані частини шляхом перетворення в стружку мінімального об'єму деревини, що знаходиться між цими частинами. Пиляння буває: **поперечне**, коли площина пропилу перпендикулярна напрямку волокон; **поздовжнє**, коли площина пропилу паралельна напрямку волокон; змішане, за площини пропилу під кутом 90°;

фрезкування – процес різання ножами і різцями, що обертаються, закріпленими на барабані або диску;

точіння – процес різання, при якому заготовка отримує обертовий рух;

стругання – обробка деревини ножами, які зрізують стружку прямокутного січення постійної товщини під час руху або різця відносно нерухомої заготовки, або заготовки відносно нерухомого ножа;

подрібнення – виконують у процесі різання деревини в торець, під час подрібнення її на тріску;

силове різання – застосовується при очищенні дерев від гілок та сучків, звалюванні дерев. У перспективі може бути використане і на розкрязуванні стовбурів на короткі сортименти;

корування – процес знімання кори з деревини відповідними інструментами;

розколювання – процес ділення деревини вздовж волокон за допомогою клина.

Для різання деревини застосовують різні інструменти, головний елемент яких – елементарний різець, що являє собою (представляє) абсолютно жорстке клиноподібне тіло ідеальної гостроти. Під час різання деревина чинить опір проникнення в неї різця і утворенню стружки. Величина та напрям опору залежить від значної кількості чинників (факторів) серед яких: міцність деревини; її вологість; вид різання (різання в торець, вздовж волокон, поперек волокон); товщина та ширина стружки; форма леза різця; ступінь загострення різця тощо.

Геометрію різця, тобто сукупність характеристик його форми та розташування в просторі наведено на рис.2.1.

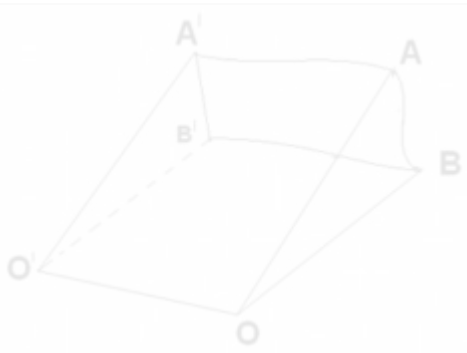


Рис.2.1. Геометрія різця

Довжина леза (ріжуча кромка) OO' – математична лінія, що утворюється в результаті перетину двох площин, граней різця: $OO'AA'$ – передньої, $OO'BB'$ – задньої. Бокові ріжучі кромки створюються в результаті перетину передньої грані з боковими: $O'A'B'$ і OAB .

У дійсності в різців ріжучі кромки не є ідеальними прямими, а перехід від однієї площини грані до другої відбувається по кривій поверхні, яку можна вважати дугою кола з радіусом (радіус затуплення) – r (рис. 2.2). Чим менше радіус, тим гостріше різець.



Рис. 2.2. Параметри елементарного різця

Окрім вказаних елементів у різців виокремлюють наступні кутові показники (рис. 2.3): кут загострення (заточування) β – кут між передньою і задньою гранями (площинами) різця; кут між передньою гранню різця та площиною, перпендикулярною поверхні різання – передній кут γ ; кут утворений задньою гранню різця та площиною різання – задній кут (кут нахилу різця) α ; кут між передньою гранню різця і площиною обробки – кут різання δ . Величина кута різання визначається як сума кутів заднього та загострення $\delta = \beta + \alpha$. Головні параметри різця наведено на рис. 2.3. У процесі оброблення дерева чинить опір впровадженню в неї різця, який під дією зовнішньої сили P , здійснює різання та відокремлює тонкий шар деревини – стружку. Стружка, яку отримують у процесі різання, характеризується товщиною h , довжиною l і шириною b . За способом отримання заданої поверхні в заготовці різання поділяється на: стружкове, при якому формування заданої поверхні пов'язане з виникненням стружок; безстружкове – безпосереднє ділення лезом із незначною деформацією поверхні різання.

Основні ознаки різання деревини елементарним різцем: а) різання здійснюється тільки однією різальною кромкою, довжина якої повинна бути більшою від ширини оброблюваного матеріалу B ; б) швидкість різця постійна, а різальна крайка перпендикулярна до прямолінійної траєкторії руху різця; в) товщина стружки постійна на всій її довжині та ширині (і на декілька порядків менша від її ширини); г) розташування площини різання та напрямку переміщення різця суворо визначене щодо волокон деревини; залежно від співвідношення площини різання, напрямку різання та волокон деревини.

Різання деревини без утворення стружки або так зване силове різання в

лісозаготівельній галузі використовується під час очищення дерев від гілок гілкозрізальними машинами, а також під час машинного звалювання дерев.



Рис.2.3. Головні параметри різця

$XX'YY'$ – площина обробки, площина різання по якій в деревині рухається різець, β – кут загострення між передньою і задньою гранями (площинами), α – кут між площиною обробки і задньою гранню різця, задній кут, δ – кут між площиною обробки і передньою гранню різця, кут різання, $\delta = \beta + \alpha$, γ – кут між перпендикуляром до площини і передньою гранню, передній кут, $\gamma = 90 - \delta$, h – товщина стружки, B – ширина стружки

Ріжучий інструмент при різанні без утворення стружки являє собою клиноподібний або плоский. У процесі різання ніж, рухаючись у напрямку перпендикулярному або під деяким кутом до волокон деревини, перерізає їх передньою ріжучою крайкою. При цьому відбувається різання в торець або близьке до нього та спостерігається зминання і згин волокон, які викликають розшарування деревини.

1.2. Види різання та пиляння деревини. Процес різання деревини полягає в тому, що різець, який рухається в напрямку дії зовнішнього зусилля, при входженні в деревину відділяє одну її частину від іншої. Якщо різання виконується одним лезом – його називають відкрите різання; двома – напівзакрите; трьома лезами – закрите. Відкрите різання деревини одним різцем має назву – елементарне різання. Розрізняють три головні види різання деревини (рис. 2.4):

у торець – площина різання перпендикулярна до напрямлення волокон (осьового напрямку). При торцевому різанні волокна перерізаються, а деревина

чинить максимальний (найбільший опір) різанню. Стружка (дрібна та крихка) сколюється на окремі слабкопов'язані елементи.

ВЗДОВЖ ВОЛОКОН – напрямок і площина різання паралельні до волокон. Стружка утворюється у вигляді стрічки зі слабкими зламами. Опір різанню у 2–3 рази менший ніж за торцевого різання (в торець);

ВПОПЕРЕК ВОЛОКОН – напрямок різання нормальний до волокон, а площина різання паралельна до них. Стружка розпадається на окремі слабкопов'язані частки неправильної форми. Опір різанню у 5–6 разів ніж за торцевого різання (в торець).



Рис. 2.4. Головні види різання:

а – різання поперек волокон; б – різання в торець; в – різання вздовж волокон

Можуть бути й інші види різання: поздовжньо-торцюве, поперечно-торцюве, поздовжньо-поперечне тощо.

Процес пиляння складніший, ніж процес різання елементарним різцем. Відмінність пиляння деревини від елементарного різання полягає в тому, що під час (в процесі) пиляння відбувається розподіл деревини шляхом багатократного руху складних різців. Тобто, у процесі беруть участь кілька різальних кромок, а сам він відбувається у закритому просторі – пропилі, з утворенням тирси. Пропил має дві бокові грані (стінки) та дно.

Залежно від напрямку площини пропилю стосовно волокон деревини розрізняють пиляння трьох видів: поперечне, поздовжнє і під кутом $0 < \varphi < 90^\circ$ до волокон деревини. За поперечного пиляння (розкрязування стовбурів на сортименти) площина пропилю перпендикулярна загальному напрямку волокон. Водночас, при поздовжньому пилянні (виготовлення дощок, брусків, шпал тощо) – площина пропилю паралельна напрямку волокон. За пиляння під кутом (звалювання дерев), площина пропилю по відношенню до напрямку волокон становить кут, що знаходиться в межах від 0 до 90° .

На лісозаготівлях застосовують усі три види, де для кожного – потрібна відповідна форма пилки і геометричні параметри зубців. Пилки, що використовуються на лісозаготівлях, розрізняються:

- 1) за формою: прямі, ланцюгові, круглі, стрічкові;
- 2) за рухом: поступовий (ланцюгові, стрічкові), поступово-зворотній (рамні, ручні пилки) і обертальний (круглі);
- 3) за напрямком (видом) пиляння: поперечні, повздовжні, спеціальні.

Для звалювання дерев, обрізання гілок і розкрязування стовбурів на сортименти використовуються пиляльні ланцюги. Для повздовжнього та поперечного розпилювання колод на шпали і пиломатеріали, обрізування бокових кромek пиломатеріалів на деревообробних верстатах застосовуються зубчасті полотна – повздовжні пили (рамні, стрічкові) та дискові пилки різних конструкцій з зубцями різного профілю. Стрічкові пили застосовують для повздовжнього розпилювання колод на пиломатеріали, а також при переробці деревини твердолистяних порід. В окорувальних верстатах та рубальних машинах ріжучим інструментом слугують ножі.

В процесі різання деревина чинить опір упродовженню різцю. Розрахунки елементарного різання наведено на прикладі різання в торець як найтяжчого. Рахуємо, що різання проводиться елементарним різцем (рис. 2.5).

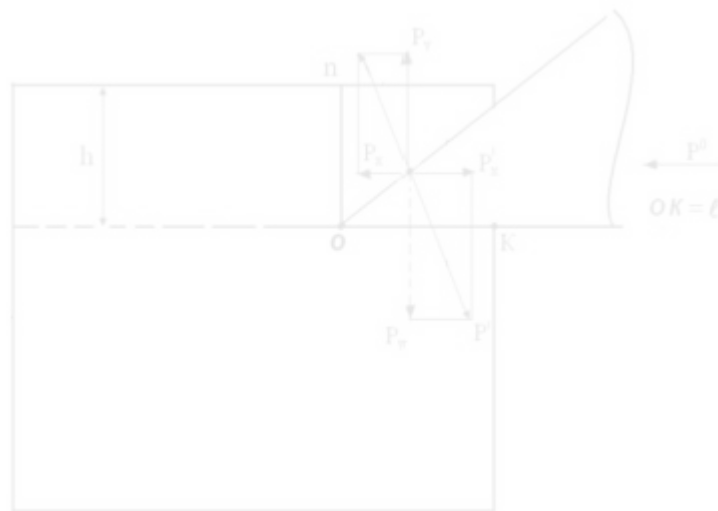


Рис. 2.5. Схема різання деревини

Під дією сили P_0 – різець впроваджується в деревину, частиною передньої грані давить на неї з силою P . Від деревини виникає реакція P' , рівна силі P , але протилежна за напрямком. Після розкладання сили P і реакції P' на дві складові: паралельні і перпендикулярні площини різання одержимо систему сил, яка виникає в процесі різання. У момент дотику різця до точки K сила P та її складові P_x і P_y рівні нулю. Відповідно реакція P' і P'_x , $P'_y = 0$. У міру

впровадження різця сила P буде намагатися стиснути деревину, тоді як сила P_y – сила відтиску, сколоту елемент деревини по площині O_n . Оскільки опір деревини сколюванню менший, чим опір стисканню, раніше відбувається сколювання деревини. Зусилля (сила) P до моменту сколювання досягає максимального значення і в момент відокремлення стружки знижується (падає) до нуля. Різець за цей час проходить шлях довжиною ℓ . Різець, який безперервно рухається знову впроваджується у деревину, зусилля різання зростає і досягає максимуму. При проходженні нового відрізка шляху різцем у момент відокремлення нового елемента стружки зусилля зменшується до нуля і процес повторюється спочатку. Зміни зусилля різання в залежності від відстані ℓ , яку проходить різець до сколу чергового елемента стружки (рис. 2.6) на діаграмі виглядатиме наступним чином:

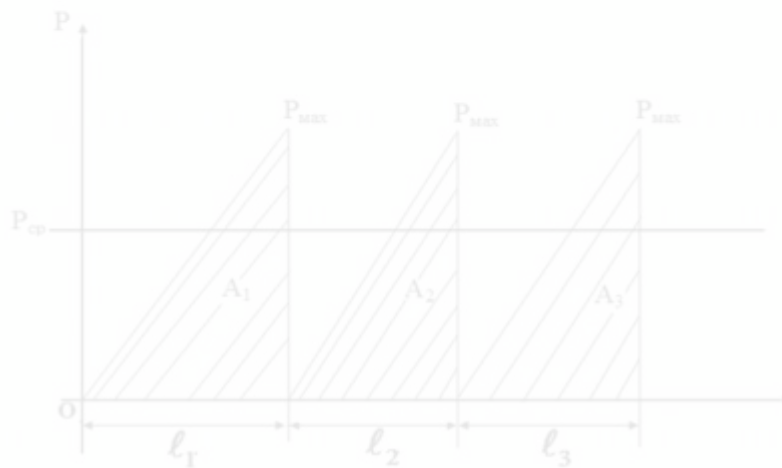


Рис. 2.6. Діаграма роботи при різанні деревини в торець

На діаграмі площа кожного трикутника A_n , в основі якого лежить пройдений різцем шлях ℓ – це робота, яку виконує різець для зняття чергового елемента стружки. Зусилля $P_{y, \max}$ – що сколює цей елемент стружки залежить від фізико-механічних властивостей деревини, що характеризуються коефіцієнтом міцності τ та геометричних розмірів стружки $b \cdot h$:

$$P_{y, \max} = k \cdot b \cdot h, \quad (2.1)$$

де k – межа міцності на сколювання кг/мм^2 , b – ширина стружки, мм, h – товщина стружки, мм.

Таким чином, зусилля різання прямо пропорціональне площі поперечного перерізу стружки, що зрізається. Робота на зняття одного елемента стружки:

$$A = P_{y, \max} \cdot \ell / 2 = P = k \cdot b \cdot h \cdot \ell, \quad (2.2)$$

де ℓ – довжина стружки, що знімається, мм.

Тобто робота, що витрачається на різання деревини прямо пропорційна об'єму деревини, що перетворюється на стружку. Потужність різання визначається як робота за одиницю часу:

$$N = n \cdot A = k \cdot b \cdot h \cdot \ell / t \quad (2.3)$$

де n – число елементів стружки за секунду.

Отже потужність, яка витрачається на різання – пропорційна об'єму деревини, перетвореному в стружку за одиницю часу. За інших напрямків різання (вздовж, впоперек волокон чи під кутом, меншим 90°) умови будуть іншими, але теоретичні засади, встановлені для різання в торець, залишаються справедливими для всіх видів різання; змінюються тільки числові значення питомого опору різання вздовж волокон, і питома робота різання впоперек волокон. Для реальних умов різання з врахуванням сил тертя, деформації стружки, різання затупленим різцем тощо питомий опір різанню визначається дослідним шляхом; при цьому замірюють зусилля різання P і площу перерізу стружки ($b \cdot h$).

При поздовжньому і поперечному видах різання елементарним різцем умови і процеси різання різні, однак засади, встановлені для різання в торець, залишаються справедливими, і в даному випадку змінюються тільки значення питомої сили різання. Для поздовжнього різання приймається k_2 , для поперечного k_3 . Абсолютні величини питомої сили різання знаходяться в такому співвідношенні (за Тіме І. А. може Сиротов): $k_1:k_2:k_3 = 6:3:1$. Це означає, що при тих самих умовах сила різання в торець у 2 рази більша, ніж при поздовжньому різанні й у 6 разів більша, ніж при поперечному.

Для реальних умов різання і реального затуплення різця з урахуванням сил тертя, деформації стружки й інших факторів питому силу різання k визначають дослідним шляхом за вимірами сили різання P_x і площі перерізу стружки bh . Відношення зусилля різання до площі поперечного перерізу стружки, яка знімається різцем прийнято називати питомим опором різання деревини:

$$k = P/bh, \quad (2.4)$$

де P – зусилля різання, Н, b – ширина стружки, h – товщина стружки, м.

У зв'язку із неоднорідністю будови деревини значення питомого опору різанню досить відмінні та залежать від значної кількості чинників (факторів) серед яких: порода деревини, напрямок різання, ступінь затуплення різця, товщина стружки, швидкість різання, вологість та інші фактори. Для визначення сили різання P величину питомої сили різання знаходять за формулою:

$$k = k_0 a_n a_w a_b a_\phi a_h a_v, \quad (2.5)$$

де k_0 – питома сила різання деревини сосни гострим різцем при куті різання $\delta = 45^\circ$, товщині стружки $h = 1$ мм, вологості деревини $W = 15\%$, швидкості різання $V = 50 \dots 60$ м/с; $a_n, a_w, a_b, a_\phi, a_h, a_v$ – коефіцієнти, що враховують вплив на питому силу різання, відповідно, породи деревини, її вологості, кута різання, затуплення різця, товщини стружки, швидкості різання. Значення k_0 залежно від кута напрямку різання ϕ стосовно волокон деревини наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Значення питомої сили залежно від кута напрямку різання

Напрямок різання	Кут φ , град	k_0 МПа	Напрямок різання	Кут φ , град	k_0 МПа
Поперечне	0	4,9	Поздовжньо- поперечне	30	6,0
Поперечно- торцеве	30	8,0		45	5,4
	45	12,7		60	5,2
	60	16,7		75	5,0
	75	18,7			
Торцеве	90	19,6	Поздовжньо- торцеве	65	18,7
Повздовжнє	0	6,9		60	16,7
				30	10,8

Приймаючи величину питомої сили різання для деревини сосни за одиницю ($a_n = 1$), для інших порід одержимо значення a_n , наведені в табл.2.2.

Таблиця 2.2

Значення коефіцієнта a_n

М'які породи	a_n	Тверді породи	a_n
Липа	0,8	Береза	1,20...1,30
Осика	0,85	Бук	1,30...1,50
Смерека	0,9...1,0	Дуб	1,50...1,60
Сосона	1,0	Ясен	1,50...2,00
Вільха	1,0...1,05		
Модрина	1,1		

Значення коефіцієнта a_w наведено нижче.

Абсолютна вологість, %	8...10	15...20	20...30	50...70	70 і більше
Коефіцієнт a_w	1,10	1,00	0,95	0,90	0,85

Зі збільшенням вологості до межі гігроскопічності ($W = 30\%$) знижуються показники механічної міцності деревини і, отже, зменшується сила різання. У цьому випадку вільна волога потрапляє на поверхню різця і діє як мастило.

Із виразу $P_x = \tau_a \cdot b \cdot \sin \delta$ випливає, що сила різання прямопропорційна до $\sin \delta$ і при $\delta = 90^\circ$, $\sin \delta \rightarrow 1$ а значить і $P_x \rightarrow \infty$. У практиці відомі численні приклади застосування різальних інструментів, що мають кути різання 90° і навіть більші. Зміна сили різання далеко не пропорційна до $\sin \delta$ і неоднакова для різних випадків різання. Приймаючи значення питомої сили різання при $\varphi = 45^\circ$ за одиницю, одержимо величини інших значень a_δ , наведені в табл.2.3.

Таблиця 2.3

Значення коефіцієнта a_δ

Напрямок різання	Коефіцієнт a_δ при куті різання, град									
Поперечне	0,90	1,0	1,0	1,0	1,0	1,12	3,15	1,18	1,22	1,26
Повздовжнє	0,70	1,0	1,1	1,2	1,3	1,50	1,70	2,00	2,40	2,80
У торець	0,60	1,0	1,1	1,3	1,4	1,70	2,00	2,40	2,80	-

Значення коефіцієнта затуплення різця a_p та коефіцієнта, що враховує товщину стружки a_h наведені в табл.2.4 та 2.5 відповідно.

Таблиця 2.4

Значення коефіцієнта a_p

Час роботи після заточення, год	Радіус заокруглення леза різця, мк	a_p
0	2–20	1,0...1,2
1	21–35	1,2
2	36–40	1,3

3	41–45	1,4
4	46–50	1,5
5	51–55	1,6
6	56–60	1,7

За даними табл. 2.5, зі зменшенням товщини стружки, яка зрізується, значення a_h збільшується. Це пояснюється тим, що чим тонша стружка, тим більше витрачається роботи на перетворення 1 м³ деревини в стружку. Вплив швидкості різання в межах до 40 м/с на зусилля різання помітно не впливає, тоді як від 40 до 100 м/с зусилля різання зростає на 30–40 %.

Таблиця 2.5

Значення коефіцієнта a_h

Породи	Коефіцієнт a_h при товщині стружки, мм a_h						
	1,00	0,70	0,50	0,10	0,05	0,03	0,01
М'яколистянікі	1,0	1,1	1,2	2,2	2,9	3,3	4,2
Твердолистяні	1,0	1,1	1,2	2,5	3,5	4,4	7,0

Для здійснення процесу пиляння необхідно забезпечити контакт різців з деревиною і постійно підтримувати його під час відділення стружки. Це можливо при наявності двох рухів: головного руху і руху подачі. За головний рух приймають рух, що має велику середню швидкість v_v . Він забезпечує участь у роботі всіх різців, а рух подачі v_p, v_z – підведення до різців деревини. Якщо головний рух v_v і рух подачі v_p, v_z виконуються одночасно, то в сумі геометрично ми отримуємо рух різання по відповідній траєкторії. Тоді рух різання (швидкість) в кожний момент становитиме:

$$\vec{V} = \vec{v} + \vec{v}_z \vec{V} = \vec{v} + \vec{v}_z, \quad (2.6)$$

Оскільки швидкість подачі (v_p, v_z) значно нижча порівняно зі швидкістю різання (v_v) практично приймають $\vec{V} = v\vec{V} = v$ за значенням і напрямом, а траєкторію головного руху – за траєкторію різання.

Головний робочий рух може здійснювати і ріжучий інструмент, і предмет, що оброблюється. Можливі випадки, коли обидва робочі рухи здійснюються або робочим інструментом (звалювання, кряжування), або предметом, що оброблюється (протягування стовбура дерева через ріжучі пристрої під час обрізування гілок). У процесі пиляння кожний зуб пиляльного ланцюга зрізує шар деревини, деформуючи її, і перетворює в стружку (тирсу), яка

розміщається у впадинах між зубами. Шар деревини, що зрізується, залежить від відстані між двома сусідніми траєкторіями зубів cc у деревині по напрямку вектора швидкості подачі (рис. 2.7). Ця відстань називається подачею на зуб. При постійних значеннях v і v_s , подача на зуб постійна:

$$c = \frac{v_s t_z}{v} = \frac{v_s t_z}{v}, \quad (2.7)$$

де t_z – крок зубів або відстань між двома суміжними вершинами зубів (для пиляльних ланцюгів між одноіменними зубами).

Щоб процес пиляння відбувався без збоїв, тирса у впадинах між зубами повинна поміщатися без сильного ущільнення. Для цього необхідно забезпечити відповідне співвідношення між v і v_s , cc і t_z :

$$\frac{v_s}{v} = \frac{c v_s}{t_z v} = \frac{c}{t_z} \quad (2.8)$$

Ця залежність має назву основного кінематичного співвідношення при пилянні деревини пиляльними ланцюгами і круглими пилками. Із згаданого співвідношення стає зрозуміло, що для збільшення продуктивності устаткування необхідно підвищити швидкість подачі, що можливо при збільшенні швидкості різання, подачі на зуб і зменшення кроку зубів.

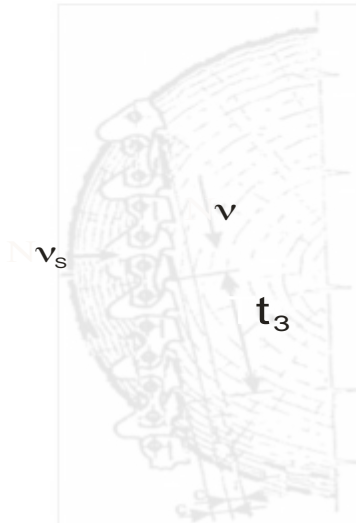


Рис. 2.7. Схема роботи пиляльного ланцюга [Матвейко А.П., 2002].

Разом із тим швидкість подачі може бути обмежена за умовою розміщення тирси у впадинах між зубами. При порушенні цієї умови тирса буде пресуватися у впадинах між зубами і пиляння стане неможливим. Для

нормального здійснення процесу пиляння необхідно, щоб тирса могла розміститися у впадинах між зубами з урахуванням коефіцієнта розпушення тирси σ .

де $V_{\text{вп}}$ – об'єм міжзубової впадини; V_t – об'єм тирси, що утворюється одним зубом.

Об'єм тирси, що утворюється одним зубом, рівний:

$$V_t = \sigma \cdot b \cdot h \cdot c \quad \text{або} \quad V_t = \sigma \cdot b \cdot h \cdot t_z \cdot \frac{v_z}{v} \quad (2.9)$$

Об'єм міжзубової впадини:

$$V_{\text{вп}} = b \cdot t_z^2 \cdot \theta \quad (2.10)$$

де θ – коефіцієнт площі впадини зуба:

$$\theta = \frac{A_{\text{вп}}}{t_z^2} \quad (2.11)$$

де $A_{\text{вп}}$ – площа впадини зуба.

Коефіцієнт площі впадини зуба θ залежить від профілю зуба і коливається в межах від 0,2 до 0,6.

Відповідно:

$$\sigma \cdot b \cdot h \cdot t_z \cdot \frac{v_z}{v} \leq b \cdot t_z^2 \cdot \theta \quad (2.12)$$

звідки:

$$v_z \leq \frac{v \cdot t_z \cdot \theta}{\sigma \cdot h} \quad (2.13)$$

Таким чином, допустима швидкість подачі під час пиляння ланцюговими та круглими пилами, зумовлюється величиною міжзубової впадини.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні способи механічного оброблення деревини.
2. Що являє собою різець?
3. Назвіть головні види різання.
4. Як поділяється різання за способом отримання заданої поверхні?
5. Наведіть рівняння для визначення зусилля, роботи та потужності різання.
6. Наведіть формулу для визначення питомої сили різання.
7. Які фактори впливають на величину питомого опору різання?
8. Чим характерне різання деревини без утворення стружки?
9. Наведіть формулу основного кінематичного співвідношення при пилянні деревини пиляльними ланцюгами і круглими пилами.
10. Наведіть формулу допустимої швидкості подачі під час пиляння,

виходячи із величини міжзубової впадини.

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ ЛІСОСІЧНИХ РОБІТ

3.1. Підготовчі та допоміжні роботи

Підготовчі роботи (підготовка виробництва) проводяться з метою створення необхідних умов для виконання основних операцій із високою продуктивністю праці і якістю робіт з дотриманням правил техніки безпеки у відповідності до нормативних документів (державних стандартів, типових інструкцій тощо).

Проведення підготовчих робіт є обов'язковим і виконується задовго до основних робіт. До складу підготовчих робіт включають лісосировинну та технологічну підготовку. Розпочинаються з камеральних робіт, підготовки документації і закінчуються випискою лісорубного квитка. До підготовчих робіт відносять: підготовка території лісосіки, будівництво та прокладання під'їзних доріг; підготовка верхнього складу (лісонавантажувального пункту); прибирання небезпечних дерев (сухостійні, зламані, пошкоджені); розбивка лісосіки на пасіки; прокладання трелювальних волоків, підготовка обслуговуючих виробництв (облаштування майстерського участка), транспортна підготовка. Підготовчі роботи можуть виконуватися як спеціальними бригадами (ланками), так і силами бригад, задіяних на виконанні основних робіт. Після виконання підготовчих робіт складається "Акт про виконання підготовчих робіт" (Акт готовності лісосіки до розроблення), підписаний членами комісії і затверджений керівником підприємства. На підготовчі роботи припадає 5–10% усіх трудовитрат. В міру того, як підвищується ступінь механізації основних операцій, об'єм та трудовитрати підготовчих робіт зменшуються. Так, за використання машин на звалюванні прибирання (вилучення) небезпечних дерев не проводиться. Ця операція проводиться в процесі виконання основних лісозаготівельних операцій. Використання спеціальних навантажувальних засобів (щелепних навантажувачів, навантажувачів маніпуляторного типу) значно зменшують (знижують) затрати на підготовку навантажувальних пунктів.

Лісосировинна підготовка пов'язана (полягає) в прийманні лісосік для розроблення (проведення лісозаготівельних робіт). Приймання лісосічного фонду проводиться з метою перевірки правильності відводу лісосік до рубання і технічної документації кожної лісосіки. При цьому перевіряють та встановлюють:

- відповідність місць відводу вказаних у лісорубних квитках, таксаційну характеристику лісосіки (склад насадження, запас на 1 га, середній об'єм хлиста);

- наявність чітко видимих границь лісосіки (позначених меж) та діляночних стовпів із відповідними написами на них (№ кварталу, № виділу, назва (вид) рубки, рік проведення, площа в га);
- наявність на стовбурах позначень категорії технічної придатності дерев (відмітка ділових однією рисою, напівділових – двома, дров'яних – трьома рисками (навхрест)), а також клейма на кореневих лапах у випадку проведення несучільних рубок;
- наявність меж та нумерація пасік;
- наявність трелювальних волоків;
- наявність місць під верхній склад або ж навантажувальну площадку.

При проведенні лісосировинної підготовки встановлюється правильність матеріально-грошової оцінки лісосік, наявність та кількість життєздатного підросту.

Технологічна підготовка лісосік полягає у вивченні лісоексплуатаційних умов (рельєф місцевості, ґрунтові умови, ступінь захащеності лісосік тощо). При цьому проводять вишукування траси лісовозної дороги, вибір місця під (для розташування) верхнього складу або ж навантажувального майданчика, обґрунтування технології та складання карти технологічного процесу розроблення лісосіки. Типовий зразок технологічної карти складається зі схеми лісосіки та текстової частини (додаток 1). На схемі лісосіки вказуються межі пасік та лісонавантажувальні пункти, мережа волоків для трелювання деревини, послідовність і черговість розроблення пасік, місця перебування працівників, місцезнаходження пально-мастильних матеріалів, будиночків для обігріву тощо. У текстовій частині наводяться: характеристика лісосіки, технологічні вказівки щодо розроблення лісосіки, технологія виконання окремих операцій та необхідних підготовчих робіт, зони безпеки, способи очищення лісосік і відтворення насаджень, вказівки щодо забезпечення безпеки праці, природоохоронні вимоги, акт готовності лісосіки до розроблення. Бригаді видається наряд-завдання із зазначеними основними показниками з праці та заробітної плати, а саме: об'єм робіт, норми виробітку, кількість робочих днів, виробіток на одного працівника, фонд заробітної плати. Доводиться сортиментний план і показники використання машин та механізмів.

Узгоджена технологічна карта погоджується зі службою охорони праці та відділом лісового господарства (лісозаготівель), а також затверджується головним інженером, або ж головним лісничим державного підприємства. Із наведеного випливає, що технологічна підготовка передбачає обґрунтований вибір раціональної схеми розробки та транспортного освоєння лісосіки.

Сформована технологічна карта повинна максимальною мірою враховувати всі особливості розроблення конкретної лісосіки: площу і форму, ґрунтові умови, рельєф місцевості, видовий склад насадження, його таксаційні характеристики, форма та розміри підросту, лісгосподарські умови експлуатації, вид рубки, техніка і технологія виконання робіт, основні техніко-економічні показники, заходи з техніки безпеки, заходи щодо відтворення насаджень.

Підготовка території лісосіки до розроблення полягає у приземленні (вилученні) небезпечних дерев (гнилих, сухостійних, завислих, вітровальних, зламаних), які можуть несподівано впасти від вітру, поштовху, струсу землі. Їхнє вилучення здійснюється, як на всій території лісосіки, так і у 50-метровій зоні навколо її, біля лісонавантажувальних пунктів, верхніх складів, місць розташування механізмів, повздовж лісовозних доріг. При цьому забороняється звалювати дерево на інше, яке зависло (рис. 3.1, а).



Рис. 3.1. Небезпечні дерева на лісосіці

Не дозволяється спилювати дерево на яке інше (рис. 3.1, б). Якщо дерево застрягло надто місце його стягують за допомогою тоса (линви) та лебідки або ж трактора. Після приземлення небезпечних дерев розмічаються (намічаються) траси трелювальних волоків, із подальшою підготовкою території для їхнього розміщення пов'язаною із зрізання дерев у рівень із землею, прибиранні валунів та пеньків, засипанні ямок тощо. Ширина трелювальних волоків залежить від виду рубки та типу трелювального засобу. Для магістральних вона складає (становить) 6–8 м, для пасічних – 4–5 м. На вологих заболочених лісосіках траси трелювальних волоків вистилаються гілками. Розмітка трелювальних волоків зазвичай проводиться безпосередньо перед початком розроблення лісосіки. Їхній головний напрямок задається технологічною картою. Відстань

між волоками залежить способу розроблення лісосіки. Між магістральними волоками даний показник становить (складає) 200 – 250 м. Відстань між пасічними волоками залежить від ширини пасіки, яка в свою чергу обумовлюється висотою деревостану та прийнятою технологією розроблення лісосіки. Схеми розташування трелювальних волоків визначають (обумовлюють) середню відстань трелювання а також технологічну підготовку лісосік. Так, за паралельної схеми розташування трелювальних волоків зростає середня відстань трелювання, тоді як (более строго) витримуються технологічні вимоги розроблення лісосіки (розбивка на пасіки, черговість подальшого їхнього розроблення та ін.). За радіальної схеми розміщення волоків, яка застосовується на слабких ґрунтах, відстань трелювання значно скорочується, хоча зростають трудовитрати на їхнє облаштування.

В умовах сильно пересіченої місцевості при облаштуванні волоків можливе виконання земляних робіт з використанням бульдозерної техніки. При виконання трелювання канатними установками до складу підготовчих робіт відноситься облаштування останніх (установка лебідки, щогл, канато-блочного обладнання тощо).

Підготовчі роботи також включають облаштування верхніх складів (навантажувальних) площадок, головне призначення яких – перевантажування лісоматеріалів із первинного (трелювального) транспорту на лісовозний. Водночас, на верхніх складах можуть виконуватися роботи пов'язані з первинною переробкою деревини (очищення дерев від гілок, розкряжування хлестів, сортування та штабелювання сортиментів). При підготовці верхніх складів (лісонавантажувальних пунктів) слід дотримуватися наступних вимог: відстань трелювання повинна бути мінімальною, територія повинна бути рівною та знаходитися на сухому місці і достатньою для розміщення на ній необхідних запасів деревини, машин та обладнання.

Трудовіткість підготовчих робіт, виражених у люд.-днях визначається за формулою:

$$T = \frac{Q}{q} \left(A + \frac{P}{S} + \frac{k \cdot U}{100 \cdot b} \right),$$

(3.1)

де Q – річна програма виробництва, м³, q – ліквідний запас деревини на 1 га, м³, A – трудовитрати на підготовку 1 га лісосіки, люд.-днів, P – трудовитрати на підготовку одного лісонавантажувального пункту (верхнього складу), люд.-днів, S – площа лісосіки, тяжіюча до одного навантажувального пункту, га, k – коефіцієнт, що враховує неексплуатаційну площу, U – трудовитрати на будівництво 1 км лісовозного вуса, люд.-днів, b – ширина смуги деревостану, що освоюється із одного лісовозного вуса, км.

Трудовитрати на підготовку 1 га лісосіки залежать насамперед від кількості небезпечних дерев. Ступінь захаращеності лісосіки визначається за кількістю небезпечних дерев на 1 га: слабка – до 35 шт., середня – 36–65 шт., велика – понад 65 шт. Кількість небезпечних не повинна перевищувати 20 % від загальної кількості дерев на лісосіці. У протилежному випадку підготовчі роботи не проводяться, а лісосіка розробляється як вітровально-буреломна спеціальними бригадами. Для визначення об'єму підготовчих робіт необхідно мати схему розроблення лісосіки з розбивкою її на пасіки, схему трелювальних волоків, навантажувальних пунктів. Кількість робочих, що задіяна для виконання підготовчих робіт обумовлюється загальними трудовитратами на виконання підготовчих робіт та кількістю (числом) робочих днів на рік, що витрачаються на підготовку лісосічного фонду:

$$P_n = T / D_p, \quad (3.2)$$

де P_n – кількість робочих, яка необхідна для виконання підготовчих робіт, T – загальні трудовитрати на виконання підготовчих робіт, люд.-днів, D_p – кількість робочих днів на рік.

При великих об'ємах організують спеціальні бригади чисельністю 4–6 працівників, які займаються виконанням підготовчих робіт. За малих об'ємів – підготовчі роботи враховуються при організації і формуванні комплексних бригад. Розрахунок об'єму і трудовитрат на виконання підготовчих робіт наведено в табл. 1, додаток 2.

Допоміжні процеси повинні забезпечувати безперервну роботу технологічного процесу. До складу допоміжних робіт, що виконуються в процесі розроблення лісосіки, відносять облаштування майстерської ділянки, технічне обслуговування машин та механізмів, забезпечення пально-мастильними матеріалами, утримання лісовозних доріг, доставка та побутове обслуговування робочих, охорону обладнання та лісопродукції тощо.

3.2. Види технологічних процесів та склад робіт на лісозаготівлях

До основних відносяться роботи, пов'язані із заготівлею деревини у вигляді товарних сортиментів відповідно до чинних стандартів. Залежно від виробничих умов основні лісозаготівельні операції можуть повністю виконуватися на лісосіці, або ж частково на лісосіці, частково – на нижньому складі, що позначається на технології виконання лісозаготівельних робіт, яка постійно видозмінюється та вдосконалюється. Основна (головна) вимога до організації робіт на лісосіці – досягнення максимальної (найвищої) продуктивності праці при забезпеченні повної безпеки працюючих. Головна ознакою, за якою класифікують технологічні процеси лісозаготівель – вид деревини (лісоматеріали, сировина тощо), яка вивозиться з лісосіки. Нині на

лісозаготівельних роботах можуть бути використані наступні технологічні процеси, які характеризуються:

- ТП-1 – вивезення деревини із кронами;
- ТП-2 – вивезення хлестів;
- ТП-3 – вивезення сортиментів;
- ТП-4 – вивезення деревини в подрібненому вигляді.

Серед умов комплексного і раціонального використання деревинної сировини, механізації та автоматизації процесів виробництва, найефективніший технологічний процес ТП-1, який передбачає вивезення деревини з кронами. Водночас він обмежений вимогами правил дорожнього руху, у зв'язку з чим практично не застосовується. Обмежене використання і технологічного процесу ТП-4 (рис. 3.2). Найраціональніша заготівля із вивезенням деревини в хлестах, однак всюди застосування цієї схеми обмежене габаритами лісовозних автопоїздів, відсутністю нижніх складів, наявністю дрібних роз'єднаних лісосік, а також необхідністю у деяких випадках прямого вивезення деревини споживачу сортиментами. При застосуванні технологічного процесу № 2 зводиться до мінімуму число операцій, що виконується на лісосіці, а трудомісткі операції, пов'язані з очищенням дерев від гілок, розкрязуванням та сортуванням сортиментів здійснюються на нижньому складі з використанням стаціонарних машин та механізмів. Проте при виконання трелювання хлестами (деревами) унеможливується збереження підросту та пошкодження дерев, що залишаються.



Рис. 3.2. Заготівля технологічної тріски на лісосіці

Нині, на лісозаготівлях усе більшого застосування знаходить технологія з вивезенням деревини сортиментами. Водночас, за технологічного процесу № 3 збільшується число операцій, які виконуються на лісосіці, ускладнюється механізація трудомістких операцій, не повною мірою забезпечується дотримання правил техніки безпеки. Тому на сьогодні застосовуються обидва способи заготівлі та вивезення деревини, як хлистами так і сортиментами.

При вивезенні хлестів застосовуються наступні технологічні процеси:

- звалювання дерев – очищення дерев від гілок та сучків – трелювання хлестів – навантажування хлестів;

- звалювання дерев – трелювання дерев – очищення дерев від гілок та сучків – навантажування хлестів;

- звалювання дерев – очищення дерев від гілок та сучків – трелювання хлестів – штабелювання хлестів – відвантажування хлестів;

- звалювання та пакетування дерев – трелювання дерев – очищення дерев від гілок та сучків – навантажування хлестів.

Очищення дерев від гілок може виконуватися як бензомоторними пилами так і гілкорізними, або ж багатоопераційними машинами (процесорами) на лісосіці (на пасіці, на трелювальному волоці), чи на верхньому складі. Навантажування хлестів (стовбурів, напівхлестів) здійснюється щелепними навантажувачами, самонавантажувальними автопоїздами (автопоїздами), або ж за допомогою навантажувачів маніпуляторного типу, що встановлюються на автопоїздах – хлистовозах.

За вивезення сортиментів використовуються наступні технологічні процеси:

- звалювання дерев – очищення дерев від гілок та сучків – трелювання хлестів (стовбурів) – розкрязування хлестів (стовбурів) – сортування та штабелювання сортиментів – відвантажування сортиментів;

- звалювання дерев – очищення дерев від гілок та сучків – розкрязування хлестів – трелювання сортиментів – сортування і штабелювання сортиментів – відвантажування сортиментів;

- звалювання дерев – трелювання дерев – очищення дерев від гілок та сучків – розкрязування хлестів – сортування та штабелювання сортиментів – відвантажування сортиментів;

- звалювання та пакетування дерев – трелювання дерев – очищення дерев від гілок та сучків – розкрязування хлестів – штабелювання та сортування

сортиментів – відвантажування сортиментів.

На лісозаготівельних роботах значна різноманітність технологічних процесів обумовлена як лісорослинними, так і економічними, лісотаксційними та іншими факторами (чинникам). Машини та механізми для відповідних технологічних процесів слід залучати у відповідності до параметрів предмета праці (видовий склад насаджень, лісотаксційні показники деревостану, середній об'єм хлиста, середня висота дерева тощо), а також особливості розроблення лісосік (грунтові умови, рельєф місцевості, лісогосподарські умови експлуатації, форма та розміри підросту, вид та спосіб рубки, економічні показники, заходи з техніки безпеки та з відтворення насаджень). Комплекс машин слід формувати на базі однотипних тракторів, що в процесі роботи сприятиме зменшенню трудо- і фінансових витрат на технічне обслуговування та ремонту.

3.3. Механізоване звалювання дерев

Звалювання дерев - одна з основних технологічних операцій лісозаготівельного виробництва. Можливі два способи звалювання дерев: *без кореневої системи* (з відділенням стовбурної частини дерева від кореневої системи (з залишенням пня)) і *з кореневою системою*. Основний вид звалювання – без кореневої системи. Дерево відділяють від кореневої системи, залишаючи над рівнем землі пень висотою не $> 1/3$ діаметра дерева, але не більше 10 см від шийки кореня.

Зрізання дерев на рівні землі застосовують у випадку влаштування тимчасових доріг, вантажних майданчиків, волоків тощо. При звалюванні дерев з коренями дерево відділяють від землі разом із частиною кореневої системи. Цей спосіб використовується у випадку зачистки покритих лісом земель, виведених із складу лісового фонду або переведених в нелісові землі. Такий спосіб незважаючи на можливість повного використання фітомаси дерева не отримав поширення на теперішній час у зв'язку з великими технічними складнощами, як самого процесу звалювання, так і подальшої переробки дерев із кореневою системою.

Звалювання дерев із кореневою системою (за допомогою бульдозерів, спеціальних корчувальних машин) застосовують також при підготовці трас лісовозних доріг, вантажних майданчиків, виробничих територій, розсадників, розчищення територій під сільськогосподарські угіддя, для будівництва населених пунктів, під час створення водоймищ тощо. Звалювання дерев – винятково небезпечна, важка і складна технологічна операція, оскільки працювати доводиться зі значними масами (1–10 т) та висотами (16–45 м) стовбурів та дерев. Дуже часто центр ваги дерева не збігається з геометричною

віссю площини різа, а природний нахил – з напрямком звалювання. Разом з тим звалювання дерев необхідно здійснювати суворо у заданому напрямку, який визначається картою технологічного процесу розроблення лісосіки, а також вимогами техніки безпеки на лісозаготівлях.

Під час звалювання дерев слід дотримуватись певних вимог, серед яких: забезпечення заданого напрямку падіння дерева; уникнення пошкоджень відземкової частини стовбура (сколювань); досягнення високої продуктивності праці; забезпечення безпечності роботи.

На виконання цих вимог впливають такі **фактори (чинники)**: форма і розмір дерева; напрям і сила вітру; нахил стовбура; кривизна стовбура; фізико-механічні властивості деревини прикореневої частини стовбура; ексцентричність крони; параметри підпили, пропили та недопилку; наявність опадів; рельєф місцевості; застосування допоміжних звалювальних пристроїв (гідроклин, звалювальна вилка, звалювальна лопатка). Розрізняють механізоване звалювання дерев ручним моторним інструментом (бензиномоторними пилками) і машинне – з використанням одно- і багатоопераційних машин. Нині в Україні, найпоширеніше звалювання дерев бензиномоторними пилками, що зумовлюється ширшими можливостями застосування останніх за рельєфними та ґрунтовими умовами а також високою вартістю спеціальних лісозаготівельних машин.

3.3.1. Види і характеристики ручного інструменту.

Моторні інструменти широко застосовуються в усьому світі для звалювання та розкряжування деревини. За даними ФАО у різних країнах виготовляється понад 150 моделей моторних інструментів для лісозаготівель. Відносно невелика вартість і висока продуктивність моторних інструментів визначають їхню високу ефективність. Так собівартість звалювання та розкряжування 1 м³ деревини становить (складає) 12–15 % загальної собівартості заготівлі. Водночас технічні можливості моторних інструментів використовуються на 60–65 %. За останні десятиріччя виробники моторних інструментів освоїли серійний випуск бензо- та електромоторних пилок із високими технічними характеристиками та показниками: високою продуктивністю, економічністю, мінімальною питомою масою, універсальністю застосування. Технічний прогрес став можливим у зв'язку із застосуванням нових матеріалів у тому числі пластмаси, використанням прогресивних технологій. Велика увага приділяється широкій спеціалізації виробництва та уніфікації вузлів та агрегатів.

Ручні моторні інструменти класифікують за рядом ознак. За типом приводу їх підрозділяють на **бензиномоторні**, тобто ті що працюють від бензинового

двигуна внутрішнього згоряння, і електромоторні – з приводом від електродвигуна, або ж електромоторні акумуляторні (дод. 3, табл.1).

Ланцюгові електропилки поєднують у собі переваги бензопилок та електроінструменту. У процесі експлуатації вони більш економічні та екологічно чисті, оскільки не виділяють вихлопні гази. Але з іншого боку вони менш потужні й більш чутливі до скачків напруги, що позначається на їх продуктивності. Крім того, вони суттєво залежать від наявності та розміщення джерел електроструму на ділянці. Електромоторні пилки використовують для розкрязування та обрізання гілок. В основному застосовують пили, з потужністю електродвигуна 1,3–3 кВт. Електродвигуни трьохфазні з робочою частотою 50, 200 або 400 Гц. Електромоторні пилки в порівнянні з бензиномоторними простіші в експлуатації, у них значно нижчий рівень шуму і вібрації. В той же час для них потрібні джерело живлення (енергії) і кабельна мережа, що значно обмежує їх застосування в умовах лісосіки.

Бензинові моторні пилки широко застосовують для звалювання дерев, очищення дерев від гілля, розкрязування хлестів (стовбурів), виконання підготовчих робіт та допоміжних робіт, певних видів ремонтно-будівельних робіт та ін. Основна їх перевага – незалежність від джерела енергії, завдяки чому з пилкою можна переходити у будь-яке місце на лісосіці. Широке розповсюдження (впровадження, використання) двохтактних двигунів якості приводу ланцюгових пилок пояснюється простотою конструкції, малою питомою масою та відносно низькою вартістю. Недоліки бензинових моторних пилок – вібрація, шум і загазованість у процесі роботи; вони складніші за конструкцією і менш довговічні, ніж електропилки, вимагають більш складного ремонту і догляду.

Світова історія створення бензиномоторних ланцюгових пилок сягає своїм корінням у 20-ті роки минулого сторіччя. Саме тоді за кордоном почалися інтенсивні спроби створити пиляльні механізми, які б полегшили роботу лісорубів і дозволили їм відмовитись від класичних інструментів – сокири та дворучної пилки. Перші спроби створити мобільну ланцюгову бензопилку здійснили спеціалісти фірм Dolmar та SOLO. В 1926 році інженер-механік та підприємець із Німеччини Андреас Штіль створив у місті Штутгарті конструкторське бюро, спеціалісти якого розробили і запатентували першу в світі ручну ланцюгову пилку з електричним двигуном. Через рік ще один німець Еміль Лерн створив першу у світі ланцюгову пилку Dolmar A з бензиновим двигуном. Пізніше до цієї роботи приєдналися спеціалісти фірм Husqvarna та Stihl. Так, у 1929 році була створена бензопила для двох операторів. За потужності лише 6 к.с. (рис. 3.3)



Рис. 3.3. Перший бензиномоторний дворучний агрегат *STIHL* (1929 р.)

Лише через двадцять років компанією була розроблена перша бензомоторна пилка для роботи однією людиною (рис. 3.4.).



Рис. 3.4. Перша у світі бензопилка фірми *STIHL* для однієї людини (1950 р.)

По завершенню 9-річного терміну компанія *STIHL* випустила бензопилу *Contra*, яка учинила (викликала) фурор у світі техніки (рис. 3.5).



Рис.3.5 Бензопилка *Contra* фірми *STIHL* (1959 р.)

Пилка комплектувалася мембранним карбюратором, що дозволяло

працювати нею у будь-якому положенні (вертикальному та горизонтальному) без перелаштування карбюратора. Відсутність редуктора позбавило користувача від необхідності постійного його повертання, знизило вагу, збільшило потужність. За потужності 6 к.с. вага пилки становила 12 кг. Навіть сьогодні багато людей зберігають цю пилку як реліквію і навіть працюють нею.

Нині ці фірми визначають «модні тенденції» в конструкціях нових моделей бензиномоторного інструменту. Конкурентна боротьба двох світових промислових гігантів сприяла створенню сучасних технологічних процесів та прийняттю інноваційних рішень.

У 1964 році компанія *STIHL* вперше використала на своїх агрегатах антивібраційну систему, що значною мірою облегчило роботу з бензомоторними інструментами (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Антивібраційна система AV фірми *STIHL* (1964 р.)

До цього часу агрегати не оснащувалися подібними системами до негативного позначалося на здоров'ї працюючих викликаючи професійні захворювання.

Компанія *STIHL* у 1972 році вперше застосувала використання гальмівної системи пиляльних ланцюгів QuickStop, що дозволило проводити його зупинку за 0.06 секунди (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Гальмівна система ланцюгів QuickStop фірми STIHL (1972 р.)

Гальмівна система *QuickStop*, вперше застосована компанією *STIHL* – один із головних елементів безпеки моторних агрегатів, який дозволяє миттєво зупини пиляльний ланцюг у випадку екстремальної ситуації (аварійний випадок, раптова віддача тощо). Нині система екстремального гальмування використовується (застосовується) переважною більшістю компаній, що випускають моторні інструменти.

Піклуючись за оточуюче середовище компанія *STIHL* у 1988 році розробила перший у світі каталізатор для 2-тактних двигунів (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Перший у світі каталізатор для 2-тактних двигунів фірми *STIHL*.

Каталізатор дозволив спалювати залишки палива, які під час такту вихлопу виходили у атмосферу з відпрацьованими газами.

У 2009 році, завдячуючи співробітникам компанії, з'явилася перша у світі бензопила з системою *M-Tronic* – інтелектуального (електронного) керування

двигуном (рис. 3.9). Завдячуючи мікропроцесорній системі *M-Tronic* керування роботою двигуна, він завжди легко заводиться, забезпечуючи оптимальну потужність, максимальні оберти та відмінні розгінні характеристики.



Рис. 3.9. Перша бензопилка з *M-Tronic* – системою інтелектуального керування роботою двигуна

Система самостійно розпізнає холодний та теплий запуск. Тому зразу ж після запуску двигуна можна вмикати режим повного газу. Електронна система точно розраховує необхідну (дозовану) кількість палива і додає його разі необхідності. При цьому враховуються зовнішні умови – температура оточуючого середовища, висота над рівнем моря тощо. Бензопилка працездатна у будь-якому просторовому положенні при температурах від - 40°C до + 40°C, а також під час атмосферних опадів у вигляді дощу та снігу.

За призначенням бензиномоторні пилки підрозділяють на спеціалізовані (редукторні) та універсальні (безредукторні). До спеціалізованих пил відносяться ті, які використовують без переналадки тільки на одній операції (в даному випадку на звалюванні). Наявність поворотного редуктора дозволяє успішно використовувати їх і на інших роботах (розкрязування хлестів на сортименти, обрізання гілок і вершин, підготовчі роботи). До спеціалізованих пил відносять пилки з високим розташуванням держаків, які колись випускались в СРСР.

Універсальні пили, як правило, застосовуються без переналадки на декількох операціях. До цієї групи відносяться так звані безредукторні пилки, до яких належать українські “Мотор Січ-270”, “Мотор Січ-370”, “Мотор Січ-

470”, “Мотор Січ-475”.

За кордоном провідними фірмами, що виробляють універсальні пили є “Stihl” (рис. 3.10), “Dolmar” (Німеччина), скандинавські компанії “Husqvarna”, “Partner”, “Jonsered” та інші.



Рис. 3.10.Пилки фірми STIHL посідають перше місце за кількістю продажів із 1971 р.

У 2016 році компанія STIHL відсвяткувала своє 90-річчя. З моменту заснування компанія пройшла довгий шлях, перетворившись з одноосібного підприємства на всесвітньо відомого виробника мотопилок. У його складі чисельні заводи у Німеччині, Австрії, Швейцарії, Бразилії, Філіппінах, Китаї та США. Близько 500 конструкторів компанії працюють над створенням нових моделей бензопилок. В їх конструкціях з'являються більш досконалі системи гасіння вібрації, пристрої полегшеного запуску двигуна, відцентрові системи очищення повітря, каталізatori вихлопних газів, системи електронного керування двигуном тощо.

У колишньому Радянському Союзі питаннями механізації робіт на лісозаготівлях почали займатися значно пізніше. Перша модель ланцюгової бензиномоторної пилки під назвою «Дружба» була розроблена та виготовлена в листопаді 1953 року у місті Запоріжжі в дослідно-конструкторському бюро «Прогрес». Нині це Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро ім. академіка А.Г.Івченко, яке спеціалізується на проектуванні двигунів для літаків, гелікоптерів та іншої техніки.

Двигун «МП -1», встановлений на бензопилці, був спроектований у цьому ж конструкторському бюро. Це був одноциліндровий, двотактний двигун із поплавковим карбюратором і повітряним охолодженням. Потужність двигуна становила 4 к.с., маса пилки – 12 кг (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Дослідний зразок ланцюгової бензопилки «Дружба» (1953 р.)

Безсумнівною перевагою конструкції було також високе розташування рукояток бензопили, що, по-перше, дозволяло оператору працювати в зручній позі. А, по-друге, дихальні органи оператора були на більшій відстані від вихлопного патрубку двигуна, ніж на кращих зразках закордонних пилкок.

Дослідні зразки бензопилки «Дружба» успішно пройшли приймальні випробування і були рекомендовані до виробництва, яке було організоване на Машинобудівному заводі імені Дзержинського (м. Перм) та на Бійському заводі «Сибприбормаш» (Росія, Алтайський край).

Масове виробництво бензопилок розпочалося в 1955 році, а вже у 1957 році на Міжнародній промисловій виставці в Брюсселі ланцюгова бензопилка «Дружба» здобула золоту медаль «Гран-при»

Багаторічний досвід експлуатації бензопилок «Дружба» забезпечив їм заслужену славу. Проста конструкція пилки, ремонтпридатність в поєднанні з помірною ціною і високою продуктивністю обумовили її популярність, яка не втрачена й донині. У процесі масового виробництва ланцюгових бензопилок «Дружба» їх конструкція постійно удосконалювалася. Були розроблені й масово випускалися нові моделі – «Дружба-4А», «Дружба-4А Електрон», «Дружба-4М». Пізніше на конструктивній базі бензопилки «Дружба» була створена

більш потужна ланцюгова пила «Урал». Потужність її двигуна становила 3,85 кВт (5,0 к.с.), а маса – 11 кг.

Після здобуття Україною незалежності гостро постало питання забезпечення підприємств лісового комплексу країни бензопилками власного виробництва. За вирішення цієї проблеми знову взялися машинобудівники Запоріжжя. Виготовляти власні вітчизняні бензопилки було доручено Запорізькому публічному акціонерному товариству «Мотор Січ», яке на теперішній час є одним із найбільших підприємств у світі з виготовлення реактивних та турбореактивних двигунів для літаків, гелікоптерів та інших виробів оборонного призначення.

На цей час на цьому підприємстві організовано випуск ланцюгових бензопилок бренду «Мотор Січ» (рис. 3.12).

Конструкція бензопилок постійно покращується і на сьогодні у торгову мережу надходять бензопилки четвертого покоління: «Мотор Січ - 470» та «Мотор Січ - 475».

Усі марки моторизованих ланцюгових пилок можна умовно поділити на три класи: побутові, напівпрофесійні та професійні.

Побутові пилки – це зазвичай малопотужні інструменти з мінімальною кількістю функціональних можливостей, які працюють епізодично, із невеликими навантаженнями. Напівпрофесійні пилки здатні виконувати різноманітні роботи протягом тривалого часу, але у циклічному режимі (наприклад: 40 секунд робота, потім 20 секунд пауза).



Рис. 3.12. Бензиномотрні пилки “Мотор Січ”:
а – “Мотор Січ-270” ; б – “ Мотор Січ-470”[ПАТ “Мотор Січ”]

Професійні пилки мають значну потужність, широкий спектр функціональних можливостей і можуть працювати протягом року по 10–16 годин на добу (рис. 3.13).

Такі пилки виготовляються із міцних та зносостійких матеріалів і мають значний ресурс роботи.



Рис. 3.13. Ланцюгова бензопилка «STIHL MS 461» (потужність - 4,4 кВт, довжина шини - 45 см, маса - 6,7 кг)

До професійних пилок можемо також віднести надлегкі малогабаритні одноручні бензопилки, призначені для роботи в садово-паркових господарствах (рис. 3.14). Потужність двигунів таких пилок може коливатись від 1,0 до 1,8 кВт, маса – від 2,6 до 3,7 кг, довжина шини 30-35 см.



Рис.3.14. Бензопилка «STIHL MS 150 TC-E» – надлегка одноручна модель для професійного догляду за деревами (потужність двигуна – 1.0 кВт, довжина шини – 25 см)

Невелика маса таких бензопилок дозволяє використовувати їх під час обрізання дерев з автопідйомників або у кронах дерев.

Усі марки бензиномоторних ланцюгових пилки можна умовно поділити на три класи: побутові, напівпрофесійні та професійні. Професійні пилки характеризуються значною потужністю, широким спектром функціональних можливостей і можуть працювати протягом року по 10-16 годин на добу. Такі пилки виготовляються з міцних та зносостійких матеріалів і мають значний ресурс роботи. Найбільш важливі технічні характеристики ланцюгових пилки – це ресурс роботи, швидкість різання, потужність двигуна, довжина пиляльної шини, а також форма та розміри зубців пиляльного ланцюга.

Ресурс роботи – це час до першого капітального ремонту двигуна або зменшення компресії на 40% (для бензопилок). Для тривалого безперебійного функціонування ланцюгових пилки слід правильно вибирати режими їх роботи та уникати значних перевантажень.

Швидкість різання залежить від стану пиляльного ланцюга, форми ріжучих зубців та кроку ланцюга. Використання тупого ланцюга значно знижує ефективність розпилювання та підвищує ймовірність виходу пилки з ладу, оскільки при цьому зростає навантаження на двигун.

Від потужності двигуна ланцюгової пилки залежить здатність інструменту протягувати пиляльний ланцюг через пропил, а також продуктивність пилки та умови, за яких конкретна модель найбільш придатна до використання. Слід також звернути увагу на те, що при збільшенні потужності двигуна маса пилки також зростає, і це відбивається на зручностях у роботі. Саме тому виробники уникають можливостей нарощувати потужності двигунів у побутових пилках. Співвідношення маси пилки та потужності двигуна важливо і для професіоналів, оскільки цей параметр суттєво впливає на зручність у роботі і, як наслідок, на її ефективність. Зазвичай, потужність двигунів ланцюгових електропилки коливається від 1,4 до 2,0 кВт. Для професійних бензопилок цей показник значно вищий: від 2,0 до 6,0 кВт.

Маса бензопилки залежить від потужності двигуна та довжини пиляльної шини. Чим менше маса пилки, тим легше нею працювати. Це особливо важливо у разі, якщо у вас недостатній досвід роботи з мотоінструментами. Але, з іншого боку, не слід віддавати перевагу пилкам із малопотужним двигуном, оскільки запас потужності дозволяє виконувати роботу швидше та ефективніше.

Довжина пиляльної шини залежить від потужності двигуна і впливає на глибину різання. У технічних характеристиках бензопилки вказується рекомендована, тобто максимальна довжина шини. Шину меншої довжини можна використовувати, а більшої – небажано. Професійні бензопилки можуть

мати шину від 35 до 90 см завдовжки. Для побутових потреб, зазвичай, використовують ланцюгові електропилки з довжиною шини 30–40 см. А взагалі довжину шини вибирають, виходячи із розмірів матеріалу, який розпилюється. У якості різального обладнання на моторних ручних інструментах та в переважній більшості звальювальних машин застосовують пиляльні ланцюги (вітчизняні та виготовлені за кордоном). Зазвичай вони складаються з ланок трьох типів: ріжучих, ведучих та з'єднувальних. Міцність з'єднання забезпечують заклепки з'єднувальні. Відрізняються ланцюги лише профілем ріжучих ланок і параметрами ведучих та з'єднувальних ланок. Найскладніші деталі ланцюга пиляльного – ріжучі ланки. На їхні робочі характеристики впливають численні фактори: кути різання та загострення горизонтальних і вертикальних різців ланок, кути скосу горизонтальних різців, висота обмежника товщини стружки тощо. При загостренні затуплених ланцюгів рекомендовані значення названих параметрів необхідно чітко витримувати, оскільки навіть незначні відхилення цих параметрів призводять до негативних наслідків.

Крок пиляльного ланцюга – відстань між трьома послідовно розташованими заклепками, поділена на два (рис. 3.15). Це фіксований параметр, і залежно від його значення всі пиляльні ланцюги поділяються на п'ять груп із такими значеннями кроку:

1/4", 0,325", 3/8", 0,404" та 3/4".

Пиляльні ланцюги з кроком 0,325" (8,25 мм) та 3/8" (9,3 мм) найчастіше застосовуються в моторизованих ланцюгових пилках. Слід розуміти: чим більше крок ланцюга, тим більші за розмірами її ланки, а отже вища продуктивність пилки. Але в той же час тим потужнішим повинен бути її двигун. У ланцюгів із меншим кроком свої переваги: плавний рух у пропилі, зниження вібрації і більш гладка поверхня пропилу (шорсткість обробленої поверхні).



Рис. 3.15. Відстань між центрами трьох послідовно розташованих заклепок пиляльного ланцюга

Під час роботи пиляльний ланцюг ковзає по пазу направляючої шини, і це ковзання повинне бути плавним, без зачепів. Товщина хвостовика та ширина паза шини повинні бути узгоджені між собою.

Міжнародним співтовариством виробників моторизованих ланцюгових пилок започатковано п'ять стандартних розмірів товщини хвостовиків: 1,1 мм, 1,3 мм, 1,5 мм, 1,6 мм та 2,0 мм. Найчастіше використовуються пиляльні шини з товщиною ведучої ланки 1,3 мм, 1,5 мм або 1,6 мм. Чим менше крок ланки та її товщина, тим менший рівень вібрації пилки під час роботи. Однак, при цьому у неї буде і менша продуктивність.

Глибина різання, а точніше – товщина стружки, що зрізується однією різальною ланкою за один прохід, – це величина зазору між горизонтальним лезом ланки та верхівкою обмежувача глибини пропилю (рис. 3.16).

Висота профілю різальної ланки Ланцюги пиляльні також поділяються на низькопрофільні та високопрофільні. Усе залежить від відстані, на якій знаходиться горизонтальне лезо різальної ланки від кромки шини направляючої. Високопрофільні ланцюги використовуються на професійних мотопилках, а низькопрофільні встановлюють на ланцюгових пилах аматорського класу (побутових), оскільки вони менш небезпечні в процесі роботи.

Рушійним механізмом бензомоторних пилок є двотактний карбюраторний двигун із повітряним охолодженням, від працездатності якого залежать і потужність, і моторесурс пилки.



Рис. 3.16. Різальна ланка ланцюга пиляльного:

1 – різальна ланка; 2 – обмежувач товщини стружки; 3 – бокове лезо; 4 – лезо горизонтальне; 5 – задня грань горизонтального різця

Двигуни внутрішнього згоряння поділяються на двотактні та чотиритактні. Різняться вони кількістю тактів, під час яких відбувається робочий цикл. Робочий цикл являє собою ряд процесів, в результаті яких виробляється порція потужності, яка діє на колінчастий вал. Він складається із:

заповнення циліндра паливною сумішшю; стискання суміші; займання суміші; розширення газів та очищення від них циліндра.

Такт у двигуні внутрішнього згоряння – це рух поршня в одному напрямку. За один оберт колінчастого валу відбуваються два такти. Той з них, під час протікання якого виконується корисна робота, називається робочим ходом поршня. Робочий цикл двотактного двигуна складається з двох тактів: стискання палива та розширення відпрацьованих газів. У двотактних двигунів ці процеси відбуваються за два такти. У чотиритактних двигунів процеси очищення та заповнення циліндрів здійснюються за допомогою газорозподільного механізму, який у певні моменти відкриває та закриває впускний та випускний клапани. У двотактного двигуна газорозподільний механізм відсутній, що робить його набагато простішим та легшим.

Порівняно з чотиритактними двигунами двотактні мають такі переваги та недоліки:

- за конструкцією двотактні двигуни простіші за чотиритактні, тому вони дешевші у обслуговуванні;
- ресурс роботи двотактних менший;
- для роботи двотактних двигунів потрібна спеціальна олива, яка після згоряння палива залишає у циліндрі мінімум золи та сажі;
- витрати палива у двотактних двигунів на 20–30% вищі ніж у чотиритактних;
- вихлоп двотактних двигунів має більшу токсичність;
- у процесі роботи двотактні двигуни створюють більше шуму;
- маса двотактних двигунів та їх вартість значно менша.

Але в той же час, не зважаючи на вказані недоліки та з урахуванням переваг, двотактні двигуни є поза конкуренцією під час вирішення питання, який тип двигуна вибрати при створенні нових моделей ланцюгових бензопилок.

Двотактний двигун внутрішнього згоряння складається з циліндра 5 та картера 13, в якому на підшипниках встановлений колінчастий вал 1. У верхній частині циліндра 5 до нього під'єднана головка циліндра 6. Циліндр 5 та головка циліндра 6 мають тепловідвідні ребра (рис. 3.17). В середині циліндра рухається поршень 9 – металевий стакан, у кільцеві канавки якого вкладені пружні поршневі кільця, призначення яких не пропускати гази, які утворюються під час згоряння паливної суміші. За допомогою металевого стрижня – пальця 10 поршень зв'язаний із шатуном 3, який передає прямолінійний зворотно-поступальний рух поршня 10 на колінчастий вал 1, який здійснює обертальний рух.

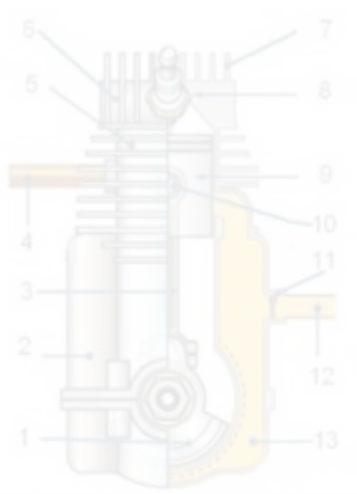


Рис. 3.17. Конструкція двотактного двигуна внутрішнього згоряння:

1 – колінчастий вал; 2 – картер; 3 – шатун; 4 – випускний колектор; 5 – циліндр; 6 – головка циліндра; 7 – ребра охолодження; 8 – свічка запалювання; 9 – поршень; 10 – палець; 11 – зворотний клапан; 12 – впускний клапан; 13 – кривошипна камера

У двотактному двигуні для мащення деталей, що в процесі роботи труться між собою, неможливо застосувати систему масляних насосів, оскільки це суттєво вплине на масу бензопилки.

Тому у якості палива для двигуна бензопилки використовується робоча суміш бензину та спеціальної оливи для двотактних двигунів, які змішуються у певному співвідношенні.

При використанні кожної оливи слід дотримуватись своєї, рекомендованої пропорції. Це дуже важлива обставина, оскільки спроби працювати на бензині без оливи або використовувати суміш, створену у вільному співвідношенні, неминуче призведе до виходу двигуна із ладу.

У бензиномоторних пилках застосовують автоматичні фрикційні зчеплення відцентрового типу, які виконують наступні функції: передача обертання і крутного моменту від двигуна до водійної зірочки пиляльного апарату; автоматичне вмикання та вимикання пиляльного апарата залежно від частоти обертання колінчастого вала; зменшення навантаження на деталі та механізми бензопилки при раптовій зупинці пиляльного ланцюга (затискання шини).

Стартер бензопилок складається із рукоятки, шнура й обгінної муфти, встановленої на колінчастому валу і призначеної для ручного запуску двигуна.

За допомогою обгінної муфти й шнура приводиться в обертальний рух колінчастий вал.

Гальмо пиляльного ланцюга Ланцюгова пилка – один із найбільш небезпечних ріжучих інструментів. Навіть легкого дотику рухомого ланцюга до тіла працюючого достатньо, щоб отримати серйозну травму. До того ж у ланцюгових моторних пилок є одна неприємна особливість – різке відкидання інструменту в разі зустрічі кінця пильної шини з поверхнею оброблюваної деревини. Єдиний спосіб уберегтися від травми при цьому – швидко зупинити пиляльний ланцюг.

Для захисту працюючого від зворотного удару в конструкції бензопилки передбачене спеціальне гальмо, приводом якого є щиток бензопилки, розміщений перед лівою рукою оператора (рис. 3.18). Функція гальма – своєчасно відреагувати на аварійну ситуацію шляхом зупинки пиляльного ланцюга. У разі зворотного удару рука працюючого впирається в гальмівний щиток, який з'єднаний важелем із гальмівним механізмом, спрацьовує пружина, вмикається гальмо і ланцюг зупиняється.

У електричних пилок, крім того, існує небезпека їх випадкового вмикання, що також може призвести до серйозних травм. Для запобігання такої можливості ланцюгові електропилки оснащуються спеціальним елементом безпеки – системою блокування несанкціонованого вмикання пилки. А для зменшення навантаження на двигун під час запуску електропилки оснащуються системою плавного пуску, що дозволяє обмежити пусковий струм і плавно розігнати двигун.



Рис. 3.18. Вимкнене положення гальмівного упора

Система живлення двигуна складається із карбюратора й бензобака з розташованими в ньому паливо проводом і забірним фільтром тонкого

очищення. Карбюратор безплавковий, мембранний, однокамерний із горизонтальним дифузором. Призначений для приготування паливно-повітряної суміші живлення двигуна бензопилки у будь-якому просторовому положенні. Карбюратор обладнаний паливним мембранним насосом, регулятором тиску, регулювальними гвинтами, повітряною та дросельною заслінками. Повітряний фільтр очищає повітря від пилу та тирси, яке надходить у карбюратор (рис. 3.19).



Рис. 3.19. Положення повітряного фільтра на бензопилці

Займання паливної суміші забезпечується безконтактною системою запалювання, до складу якої входить модуль запалювання, закріплений у картері, магніти, розміщені у колесі вентилятора, високовольтний провід та свічка запалювання. При обертанні колеса вентилятора в електронному блоці комутується імпульс високої постійної напруги, що передається на свічку запалювання.

Охолодження бензиномоторних пилок повітряне, примусове. Система охолодження двигуна складається із вентилятора (крильчатка на маховику), раблика, кожуха та ребер охолодження. Ребриста поверхня циліндра охолоджується повітрям, що нагнітається колесом вентилятора.

У ланцюгових бензиномоторних пилок для роботи системи автоматичного змащення (змазування) пильного механізму передбачено масляний насос. Він вмикається одночасно із двигуном і тому подає оливу на ланцюг пилки тільки під час її роботи. Як результат – зменшення витрат оливи та зручність у обслуговуванні. Процес мащення механізму пиляльного такий: ведучі ланки

ланцюга пиляльного, контактуючи із зірочкою ведучою, захоплюють крапельки оливи, що їй подає масляний насос, і розтягують ці крапельки по всій шині й ланцюгу. Нижня частина хвостовиків має форму гачка, що дозволяє їм захоплювати оливи побільше, а втрачати під час руху щонайменше. Рясне змащення ланцюга пиляльного знижує тертя та його нагрів. Тим самим не тільки збільшується ресурс роботи кожного елемента ланцюга, але й зменшується його розтягування у процесі експлуатації мотопилки. Кількість оливи, що залишилася у масляному бачку пилки, можна візуально контролювати через прозоре віконце на корпусі мотопилки.

3.3.2. Прийоми механізованого звалювання дерев бензиномоторними пилками

Одна з основних вимог під час механізованого звалювання дерев — напрямок звалювання окремого дерева повинен співпадати з напрямком, який заданий технологічною картою.

При звалюванні дерев бензиномоторною пилкою виконують наступні операції: огляд дерева; підготовка робочого місця; підпил дерева; основний пропил (спилування); зштовхування дерева з пня і перехід до наступного дерева.

При *огляді дерева* звалювальник оцінює стан, діаметр і нахил стовбура; стан, форму і ексцентричність крони; наявність у кроні сухих і завислих гілок; наявність зовнішньої гнилизни; наявність вітрового навантаження, а також вибирає потрібний (правильний) напрямок звалювання. При цьому слід розрізняти загальний напрямок звалювання на конкретній площі лісосіки та напрямок звалювання конкретного дерева. Загальний напрямок звалювання задається технологічною картою розроблення лісосіки (способом трелювання, видом продукції яка вивозиться, крупномірністю деревостану) та забезпечує максимальне збереження підросту. Дерев з значним нахилом стовбура (5° і більше) звалюють у напрямку ухилу. Велике значення напрямку звалювання має при поступових та вибіркових рубаннях, оскільки проводиться на вільні від інших дерев місця (прогалини). Також слід враховувати ярусність насаджень. У першу чергу розробляється нижній ярус із вибірки дерев менших розмірів. При виборі напрямку звалювання слід враховувати рельєф місцевості. При ухилі понад 15° звалювання слід проводити донизу по схилу, а лісосіка розробляється знизу вверх (догори).

Підготовка робочого місця включає видалення чагарників, підросту і низько звисаючих гілок, які заважають звалюванню; прибирання хмизу і каміння; в зимовий період розчищення снігу навколо дерева в радіусі 0,6–1 м; підготовку доріжок для відходу при падінні дерева і розчищення їх від снігу.

Доріжки прокладають довжиною 4–5 м, під кутом 45° у напрямку, протилежному до напрямку падіння дерева (рис.3.20).

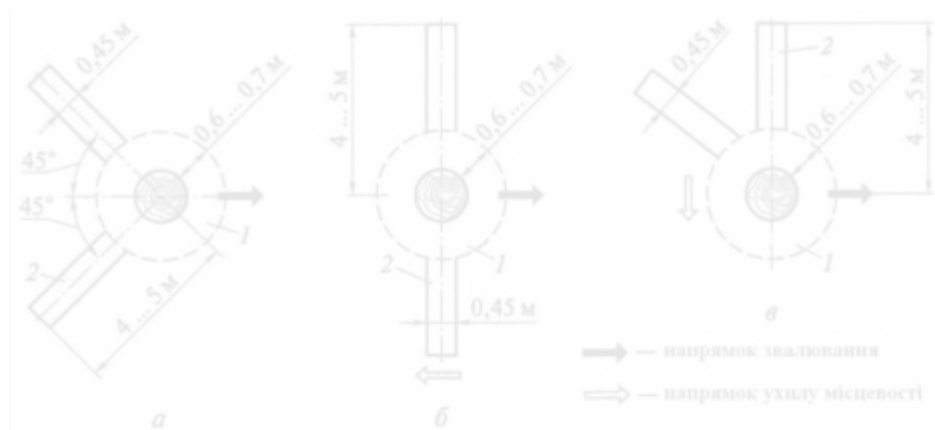


Рис. 3.20. Схема підготовчих робіт при звалюванні дерев: а - при звалюванні дерева в рівнинній місцевості; б - в горбистій місцевості при звалюванні дерева на підвищенні; в - в горбистій місцевості при звалюванні дерева поперек схилу; 1 - кільцевий коридор обходу; 2 - шляхи, коридори відходу.

У букових, грабових, ялинових насадженнях спилують високо розташовані, розгалужені кореневі лапи, які ускладнюють звалювання, транспортування і переробку дерева (рис. 3.21). Падіння дерева в заданому напрямку та уникнення розтріскування відземкової (прикореневої) частини стовбура залежить від розміру, місця й форми підпилку, а також застосування допоміжних звалювальних пристроїв (гідроклинів, гідродомкратів, звалювальних лопаток тощо).



Рис. 3.21. Відрізання стовщення кореневої шийки дерева

Підпилок – це заглиблення, яке виконується одним або двома різками зі сторони падіння дерева для направленої і безпечної його звалювання. Підпилок задає напрямок звалювання дерева, який у прямостоячих дерев виконується під кутом 90° до напрямку падіння дерева (рис. 3.22).

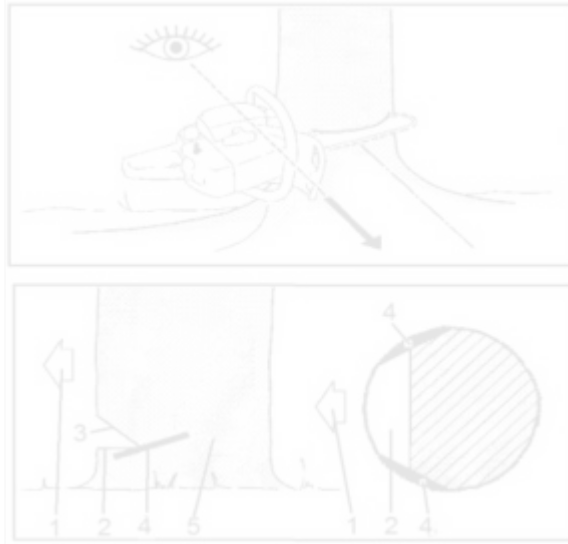


Рис. 3.22. Підпил та пропили стовбурі дерева:

1 – напрямок валки дерева; 2 – підпил нижній горизонтальний; 3 – підпил верхній косий; 4 – пропили шплінтові; 5 – стовбур дерева

Звалювання дерев без підпилку забороняється, оскільки існує ймовірність відщепу, сколу стовбура та падіння дерева у непередбачуваному напрямку. Форма і глибина підпилу залежать від діаметра дерева у місці спилування, величини й напрямку нахилу стовбура та крони (рис. 3.23).

Підпилювання одним різом виконується у дерев з діаметром пня не більше, ніж 18 см (рис. 3.23, а).

Найбільше поширення отримав підпил кутом доверху (косокутний, з впровадженням на звалюванні дерев пиляльних ланцюгів типу ПЦУ) із нижньою горизонтальною площиною (рис. 3.23, б). За змикання горизонтального і похилого пропилів кусок (скиба) деревини, розміщений між ними, одразу ж відкидається пиляльним ланцюгом, що скорочує трудовитрати порівняно з підпилом двома паралельними різками.

Підпил кутом донизу (рис. 3.23, в) застосовують при звалюванні великих дерев у гірських умовах. Його перевага полягає в тому, що після спилування дерева торець відземка залишається плоским.

Підпил двома паралельними різаними (рис. 3.23, *г*) найприйнятніший при використанні ланцюгів ПЦП та під час звалювання великих дерев. Однак при цьому значно зростають трудовитрати на звалювання одного дерева, оскільки потрібно вибивати кусок деревини сокирою або звалювальною лопаткою. Якщо діаметр дерева перевищує 60 см можливо застосування трапецієвидного підпили, що скорочує час на сколювання скиби деревини.

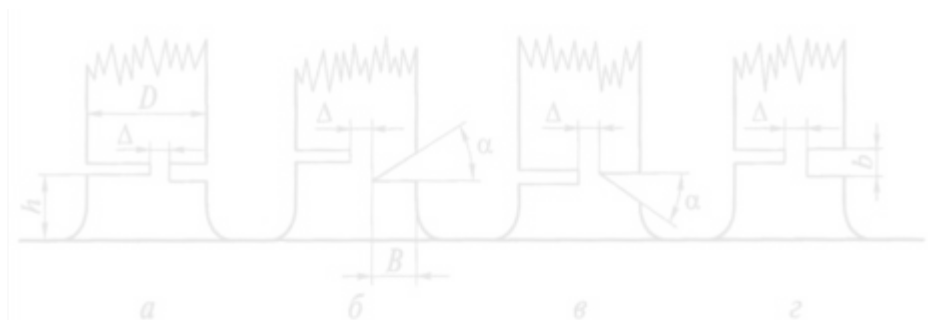


Рис. 3.23. Схеми підпилів при звалюванні дерев

а – із підпилом одним різом ($D=8-18$ см); *б* – із підпилом клином доверху; *в* – із підпилом клином донизу (для великих дерев у гірських умовах); *г* – із підпилом двома паралельними різаними (для великих дерев)

На процес звалювання впливає глибина підпили (B). Даний показник залежить від діаметра дерева, нахилу стовбура, форми крони, величини та напрямку вітру. Глибокий підпил потребує більше часу, але менших зусиль на зштовхування дерева. Окрім цього зменшується небезпека відщепу, або ж сколу стовбура, який частіше всього буває при звалюванні дерев без підпили, із недостатнім підпилом, а також при звалюванні нахилених дерев у бік звалювання (рис 3.24).



Рис. 3.24 Пошкодження стовбура при звалюванні: *а* – відщеп, *б* – вирив, *в*, *г* – скол

Для прямостоячих дерев глибина підпили становить $1/4$ діаметра стовбура дерева в площині зрізування; великі дерева для зменшення зусиль зштовхування

підпилюють глибше. У разі нахилу дерева в бік звалювання, попутного вітру до напрямку звалювання, а також надто розвиненої крони дерева цей показник має становити $1/3$ його діаметра. Для сильно нахилених дерев, з метою зменшення ризику розколювання, застосовується V-подібний підпил, або ж пропилювання зі стиснутого боку (рис. 3.25).

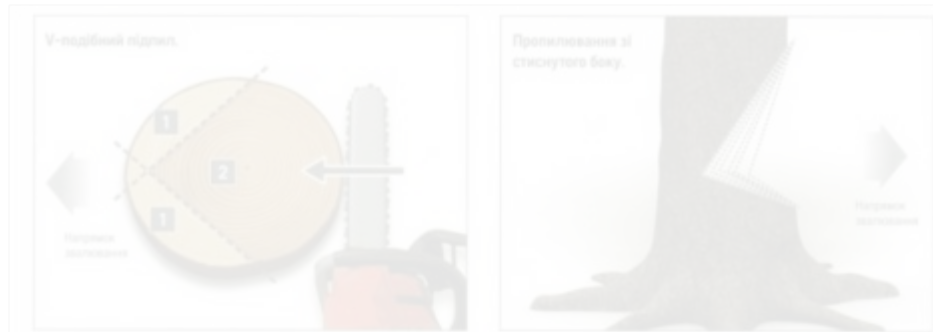


Рис. 3.25. Звалювання нахилених дерев

За зустрічного вітру та необхідності звалювання дерева проти нахилу стовбура глибина підпили повинна становити $1/5$ діаметра стовбура, оскільки за більшої глибини підпили виникає загроза мимовільного (самовільного, довільного) падіння дерева в зворотному напрямку (рис.2.26). Напрямок і безпека звалювання, тривалість періоду падіння дерева, пошкодження, відповідно втрати деревини, залежать від **ВИСОТИ підпили** (b), або відстані між двома паралельними різаними (при косокутному підпилі – відстані між горизонтальною площиною і верхньою або нижньою точкою похилої площини).



Рис. 3.26 Звалювання дерев проти нахилу стовбура

Висоту підпили вибирають для кожного дерева індивідуально. Кут підпили (при кутовій формі) приймають 30° – 40° , а висоту $1/4$ – $1/10$ діаметра стовбура. Виконавши підпил, звалювальник обходить дерево і здійснює основний різ

(пропил) із протилежної сторони для відокремлення стовбура від пня. Площина зрізування основного пропилю повинна бути горизонтальною і знаходитися вище площини підпилю (рис 3.27). Спилувати дерево повністю забороняється, оскільки воно може впасти в непередбаченому напрямку. Щоб цього уникнути, стовбур спилують не по всьому діаметру, а між підпилом і основним різом (пропилом) залишають частину деревини у вигляді перемички, яка називається недопилом.



Рис. 3... Виконання основного різу (пропилю) при звалюванні дерев

У прямостоячих дерев ширина недопилю залежить від діаметра стовбура в місці спилювання (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Значення величини недопилю залежно від діаметра дерева

Діаметр дерева, см	< 8	8–12	13–20	21–40	41–60	61 і >
Недопил, см	Без підпилю	Підпил одним різом без недопилю	1	2	3	4

Недопил може бути прямокутної і клиновидної форми. Недопил *клиноподібної форми* залишають при звалюванні дерев з односторонньою кроною або переважаючого вітру, під кутом до напрямку звалювання. Вузька частина недопилю руйнується швидше, ніж широка, в результаті чого відбувається розворот стовбура дерева навколо своєї осі в сторону ширшої частини недопилю і дерево падає в заданому напрямку. Недопил прямокутної

форми залишають при звалюванні прямостоячих дерев із рівномірно розвинутою кроною в безвітряну погоду.

При спилуванні дерев з пеньковою гнилизною, дуплистих, пошкоджених пожежею, ширина недопилу збільшується на 2–3 см, при цьому звалювання здійснюється в напрямку природного нахилу (рис. 3.28)



Рис. 3.28. Звалювання а – гнилих (дуплистих) дерев, та б – постраждалих внаслідок пожежі.

Недопил виконує роль шарніра при падінні дерева запобігає обертанню та защемленню пильного апарата в пропилі. При цьому створюється замок, який перешкоджає руху відземка в бік, протилежний падінню дерева. Древа спилують в один чи декілька прийомів. Якщо діаметр дерева не перевищує корисної довжини пильної шини мотопили, його спилують в один чи два прийоми. Великомірні дерева спилують за декілька прийомів (рис. 3.29). Напрямний підпил розпилюється у торець після чого здійснюється основний переріз. Висота пня після спилування крупномірних дерева повинна бути не більшою, ніж 1/3 діаметра різку. При звалюванні дерев діаметром менше 30 см висота пня повинна бути не більшою 10 см.

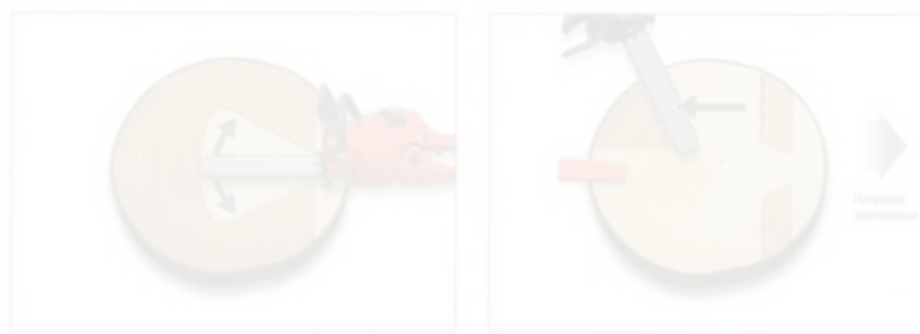


Рис. 3.29. Звалювання великомірних дерев

Для зіштовхування дерева з пня застосовують звалювальні вилки, лопати, клини, важелі, гідроклини і гідродомкрати. Перехід від дерева до дерева звалювальник починає після падіння відокремленого від кореневої системи дерева на землю. При переході звалювальник перш за все використовує відхідні шляхи, залежно від ситуації, – першу або другу доріжку.

3.3.3. Схеми звалювання дерев бензопилками на пасіках.

Схеми звалювання дерев на пасіках (секторах) різні і залежать від типу трелювальних засобів, способу трелювання деревини, розмірів пасік (секторів), кліматичних та ґрунтових умов, складу та повноти лісонасаджень; наявності, кількості та розмірів життєздатного підросту господарсько цінних порід тощо. Дотримання прийнятих схем звалювання дерев забезпечує належні умови роботи і сприяє підвищенню продуктивності трелювальних засобів (рис. 3.5).

Звалювання дерев можна здійснювати стрічками, розташованими вздовж (поздовжньо-стрічковий спосіб) і впоперек трелювальних волоків (поперечно-стрічковий спосіб). Найбільше розповсюдження отримав поздовжньо-стрічковий спосіб звалювання дерев.

За поперечно-стрічковому способі звалювання, коли стрічки розташовані впоперек пасічних волоків, звалювальник переміщується перпендикулярно напрямку волоків. Такий спосіб застосовується рідко (іноді так розробляють лісосіки в гірських умовах). Цей спосіб має ряд недоліків, оскільки водночас потрібно експлуатувати декілька волоків та часто змінювати напрямок звалювання дерев на одній стрічці. Погіршуються також умови для збереження підросту та безпечної роботи на лісосіці.

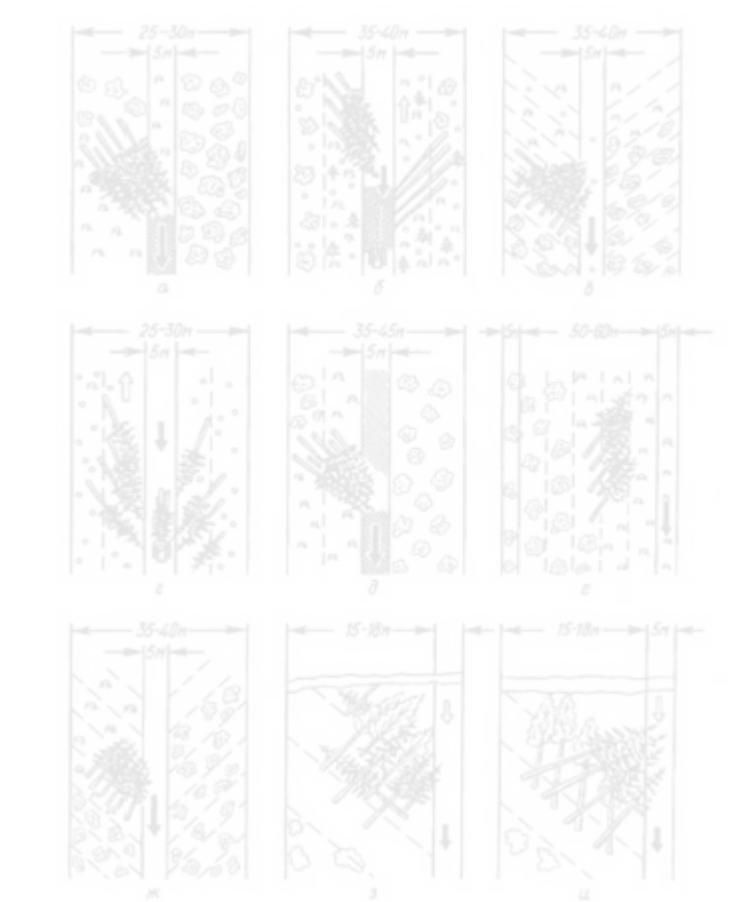


Рис. 3.5. Схеми розроблення пасік при наявності життєздатного підросту: а, б, в, г – зі збереженням підросту; д, е, ж – без збереження підросту; з, и – за біологічного сушіння [(пока27) Ю.В. Шелгунов, 1997, с.]

Метод вузьких пасік застосовують при трелюванні дерев або стовбурів вершинами вперед тракторами на лісосіках з наявністю життєздатного підросту висотою 1 м і більше чи з низькою несучою здатністю ґрунтів. Ширина пасіки $B_{п}$ (м) приймається рівною середній висоті деревостану і визначається за формулою:

$$B_{п} = 2H \cdot \sin \alpha + b \quad (3.3)$$

де H – середня висота деревостану на ділянці, м; α – кут між волоком і зваленим деревом; $\alpha = 0,52$ рад (30°); b – ширина волока, м

Під час розроблення лісосіки методом вузьких пасік (рис. 3.5, а)

звалювання починається з ближчого до навантажувального пункту (верхнього складу) кінця пасіки на волоку, який знаходиться посередині пасіки. Волоки прокладають шириною 5 м. Після звільнення волока від стовбурів або дерев спочатку звалюють дерева на одній півпасіці (починаючи з ближнього кінця), потім на другій. За такого способу звалювання дерев зберігається до 70 % підросту. Для трелювання дерева очищають від гілок на довжині 1,5–2 м від верхнього відрубу щоб полегшити чокерування. У випадку слабкої несучої здатності ґрунтів для зміцнення волоків використовують гілки після очищення дерев. Трелюють лісоматеріали за верхівки.

За наявності на лісосіці підросту та ширини пасіки 35–45 м і при трелюванні стовбурів або дерев за верхівки розроблення пасіки повинно здійснюватися *методом вузьких стрічок* (рис. 3.5, б). Уцьому випадку звалювальник візуально розділяє півпасіку на стрічки (вздовж пасічного волока) шириною 8–10 м. Розробляють стрічки послідовно, спочатку стрічки біля волока, потім наступні. Після проходу звалювальників відстані 50 м і більше починається зрізування гілок з укладанням їх на волок. При відході звалювальника і обрубників ще на 50 м і більше починається трелювання стовбурів. Таким чином, зберігається безпечна відстань між ділянками звалювання, зрізування гілок і трелювання стовбурів може чергуватися з одночасним розробленням двох-трьох пасік. На тих стрічках, що примикають до пасічного волока, дерева звалюють верхівками на волок під кутом 20°, на наступних стрічках – під кутом 45°. При трелюванні дерев за верхівки відпадає операція зрізування гілок. Під час трелювання між звалювальником і трелювальним трактором повинна зберігатися відстань 50 м.

За наявності на лісосіці підросту висотою до 1 м (влітку до 0,5 м) розроблення її можна вести вузькими пасіками із звалюванням дерев *на підкладне дерево* (рис. 3.5, в). Пасіка шириною 35–40 м також розробляється вузькими стрічками (7–9 м), але під кутом до волока не більш як 45°. Розробка пасіки розпочинається з дальнього кінця пасічного волока. Спочатку вибирається найбільше дерево біля краю пасічного волока і звалюється верхівкою від волока під кутом до нього 45°. На це дерево звалюють дерева зі стрічки вже верхівкою на волок. На одній стрічці, тобто на одне підкладне дерево, звалюють таку кількість дерев, щоб їх вистачило на цілу пачку. Розбіжність (виступ) відземків звалених дерев від підкладного дерева повинна становити 6–8 м. Цією відстанню і визначається ширина стрічки при трелюванні стовбурів. Зрізування гілок виконують на волоку. При трелюванні стовбурів влітку або за малого снігового покриву взимку підріст зберігається повніше. Під час трелювання дерев їх крона знищує підріст набагато більше.

При звалюванні дерев на підкладне дерево швидше і зручніше проводити

чокерування дерев за відземки, оскільки вони дещо підняті над землею. Окрім того, при збиранні пачки дерева ковзають по ньому. Підкладне дерево чокерується першим від трактора чокером, потім по порядку наступне і т. д. Чокерування дерев повинно здійснюватися на однаковій відстані від відземки. Це зменшує час вирівнювання відземків стовбурів щитом трактора на лісовідвантажувальному пункті (при вивезенні дерев на нижній склад). Під час набирання пачки біля підкладного дерева великий підріст дуже пригинається. Тому після розробки пасіки підріст необхідно підправити, не забуваючи виконувати цю операцію і при розглянутих вище способах розробки пасік із збереженням підросту.

Під час трелювання дерев або стовбурів за верхівки тракторами маніпуляторного типу ширина пасіки повинна становити 25–30 м (мал. 3.5, г). Звалювання дерев на стрічках ведеться верхівками до волока під кутом 10–15°. При трелюванні за відземки дерева звалюють у зворотній до руху машини в сторону однієї зі стін лісу.

Метод вузьких пасік застосовується у всіх випадках, коли на 1 га є підріст і молодняк хвойних і твердолистяних порід не менше 3000 шт. на сухих і свіжих ґрунтах і не менше 2000 шт. на вологих ґрунтах. Під час проведення лісозаготівельних робіт на лісосіці, з метою природного лісовідновлення повинно бути збережено дрібного і середнього підросту не менше 60%, великого – не менше за 50%. У процесі розроблення лісосік методом вузьких пасік залишається не тільки підріст хвойних порід висотою 0,5–1,5 м і більше, але й молодняк і підлісок, які зберігають середовище, необхідне для нормального розвитку і зростання молодих насаджень на зрубках, забезпечуючи безперервність користування лісом.

Пасіки без збереження підросту розробляють у випадку, якщо на лісосіці підросту менше, ніж вказано вище, тобто коли лісовідновлення на вирубаних площах природним шляхом із збереженням підросту неможливе. Розглянемо способи розроблення пасік без збереження підросту. Пасіка шириною 35–45 м для зручності розроблення ділиться на стрічки шириною 8–10 м (рис. 3.5, б). Дерев звалюють під кутом 45–60° до волока верхівкою на волок. Під час трелювання стовбурів гілки зрізують на волоку, у випадку трелювання дерев гілки не зрізуються. Спочатку розробляють послідовно стрічки біля волока, потім після трелювання з них стовбурів або дерев за верхівки переходять на сусідні з першими стрічки.

Розробку пасік *стрічками, паралельними до волока* (рис. 3.5, е) застосовують при трелюванні деревинної сировини за відземки. З крайніх від волока стрічок шириною 6–8 м звалюють дерева кронами на волок під кутом 20–30° рухаючись з дальнього кінця пасіки. З наступних стрічок звалювання

дерев ведеться на зруб під кутом 45–60°. Пачка набирається трактором безпосередньо на стрічці; після збирання пачки трактор виходить на пасічний волок. Стрічки розробляють послідовно, поступово віддаляючись від волока. Після віддалення волока від стіни лісу на 50–60 м формується новий волок. Цей спосіб застосовується при неглибокому снігу взимку і на твердих ґрунтах влітку. Розробку пасік *стрічками під кутом до волока* (рис. 3.5, ж) також застосовують при трелюванні деревної сировини за відземки. Пасічний трелювальний волок готують з дальнього кінця пасіки заздалегідь. Ширина пасіки становить 35–40 м. Розроблення півпасіки здійснюється стрічками шириною 8–10 м, що примикають до волока під кутом 45–60°. Розробку пасіки починають з її дальнього кінця. На одній стрічці повинно бути повалено стільки дерев, скільки необхідно для набору однієї пачки. Трактор при трелюванні деревинної сировини з волока не сходить. Трелювання повинно проводитися зразу після звалювання, оскільки інакше не можна розпочати звалювання на наступній стрічці півпасіки і створити міжопераційний запас. Цей спосіб застосовується за глибокого снігу взимку і на слабких ґрунтах влітку.

3.3.4. Продуктивність бензиномоторних пилок.

Основним показником ефективності використання бензиномоторних пилок під час виконання різних операцій пов'язаних з лісозаготівлею є їхня продуктивність, яка визначається в кубометрах за одиницю часу. Змінна продуктивність моторних пил залежить від таксаційних показників деревостану, технічних та організаційних чинників.

Розрахункова змінна продуктивність мотоінструментів на звалюванні дерев може бути визначена за формулою:

$$\Pi = \frac{T \cdot C_t \cdot q_{\text{ст}}}{t} \quad \text{м}^3 \quad (3.4)$$

де T – тривалість робочої зміни, С; C_t – коефіцієнт використання пили по часу (на звалюванні дерев $C_t = 0,25 \dots 0,45$); t – час, що витрачається на обробку одного дерева, С; $q_{\text{ст}}$ – середній об'єм стовбура дерева, м^3 ;

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad \text{с} \quad (3.5)$$

де t_1 – час на перехід від одного дерева до другого, С ($t_1 \approx 1,5$ С на 1 м шляху); t_2 – час на здійснення підпили дерева, С;

$$t_2 = \frac{2 \cdot E_{\text{п}}}{\Pi_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}}} \quad \text{с} \quad (3.6)$$

де $E_{\text{п}}$ – площа підпили, см^2 ; $\Pi_{\text{п}}$ – продуктивність чистого пиляння, $\text{см}^2/\text{сек}$, ($\Pi_{\text{п}} = 40 \dots 120 \text{ см}^2/\text{сек}$ в залежності від марки пили); $C_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання продуктивності чистого пиляння, $C_{\text{п}} = 0,5 \dots 0,6$.

$$E_{\Pi} \approx \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi \cdot d_k^2}{4}, \text{ м}^2 \quad (3.7)$$

де d_k - діаметр колоди в площині спилювання, м.

Діаметр колоди в площині спилювання знаходиться за формулою:

$$d_k = C_k \cdot d_0, \text{ м} \quad (3.8)$$

де C_k - коефіцієнт збіжистості, $C_k = 1,1 \dots 1,25$; d_0 - середній діаметр колоди на висоті грудей, м; t_3 - час на перехід звальювальника від підпили до спилювання, с, $t_3 \approx 6$ с; t_4 - час на виконання спилювання, с.

$$t_4 = \frac{\frac{\pi \cdot d_k^2}{4} - E_{\Pi} - E_H}{\Pi_{\Pi} \cdot C_{\Pi}}, \text{ с} \quad (3.9)$$

де F_H - площа недопиленої частини, м²; t_5 - час падіння дерева або час на відхід звальювальника в безпечне місце, с; $t_5 = 4 \dots 6$ с.

Коефіцієнт використання бензинової моторної пили, під час звальювання дерев залежить від середнього об'єму стовбура і організації робіт.

При використанні гідроклина під час звальювання дерев потрібно також враховувати витрати часу на його встановлення. За нормативними даними, витрати часу при звальюванні дерев бензиновими моторними пилами з гідроклином на одне дерево становлять 40–100 с.

3.4. Машинне звальювання дерев. Класифікація лісозаготівельних машин.

Використання машин при звальюванні дерев дає можливість уникнути важкої фізичної праці, забезпечити безпеку працівників, повністю механізувати одну із найбільш трудомістких і небезпечних операцій лісозаготівельного виробництва. Машини, які виконують декілька операцій, в тому числі звальювання називаються **агрегатними машинами**. Позитивними сторонами агрегатних лісозаготівельних машин є висока продуктивність та високий рівень техніки безпеки.

3.4.1. Класифікація лісозаготівельних машин. Усі лісозаготівельні машини класифікують:

1) за типом рушія:

- гусеничні;
- колісні;
- крокуючі;

2) за кількістю виконуваних технологічних операцій:

- одноопераційні;
- багатоопераційні;

3) за видом виконуваних технологічних операцій:

- звалювальні (ЗМ);
- звалювально-пакетувальні (ЗПМ);
- звалювально-трелювальні (ЗТМ);
- звалювально-гілкозрізувально-розкрязувальні (ЗГРМ), які називають

також харвестерами;

- звалювально-гілкозрізувально-розкрязувально-трелювальні (ЗГРТМ);
- звалювально-гілкорізні;
- гілкорізні (МОГ);
- гілкорізно-розкрязувальні (МОГР), які називають процесорами;

4) за використанням у сортиментній або стовбурній технології:

- машини для стовбурної технології (ЗМ, ЗТМ, ЗПМ, МОГ та інші, в результаті роботи яких здійснюється заготівля дерев або стовбурів);
- машини для сортиментної технології (харвестери, харвардери, процесори та інші, в результаті роботи яких здійснюється заготівля сортиментів);

5) за шириною оброблюваної полоси лісу:

- вузькозахватні (без гідроманіпулятора, важільні);
- широкозахватні (з гідроманіпулятором);

6) за напрямом дії технологічного обладнання:

- флангові;
- фронтальні;
- повноповоротні.

3.4.2. Способи звалювання дерев машинами

При машинному звалюванні дерева можна звалювати *без коріння та з корінням*. Машинне звалювання без коріння, на відміну від механізованого, здійснюють, як правило, без підпили. При цьому дерева зіштовхують і укладають на землю або в приймальний пристрій звалювальної машини. При зіштовхуванні зусилля прикладається в площині відділення дерева від коріння або вище (рис. 3.6, а-д). Для запобігання відщепам і сколюванням у відземковій частині стовбура, які можуть виникнути в процесі зіштовхування дерева, застосовують притискачі (рис. 3.6, б). Під час машинного звалювання з укладанням дерево захоплюється спеціальними захоплювачами (рис. 3.6, г, д) і після відокремлення від кореневої системи переноситься і укладається в пачку на землю або в машину. Такі ж захоплювачі використовують і при зіштовхуванні спіляного дерева на землю з подальшим його переміщенням за відземок у пачку на коник машини (рис. 3.6, е). Процес перепилування

стовбура може здійснюватись одним різом напрохід або декількома різми в одній або в двох площинах. Машинне звалювання дерев можна виконувати спеціалізованою або багатоопераційною машиною. Багатоопераційні машини за способом дії захоплюючого пристрою поділяють на важільні і маніпуляторні (вузькозахватні та широкозахватні).



Рис. 3.6. Напрямки прикладання зусиль при машинному звалюванні дерев (← – напрям дії різального органу; ← – напрям дії звалювального пристрою) [(поки 28) Т. М. Шкіря, 2003]

Важільні (вузькозахватні) звалювальні машини, які використовувались лише для звалювання дерев на лісосіці, обладнувалися механізмами зрізання і спрямованого зштовхування дерева. Під час роботи змушена була під'їздити впритул до кожного дерева, зрізувати і зштовхувала його вздовж осі свого руху, що суттєво пошкоджувало і знищувало підріст (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Важільна (вузькозахватна) звалювальна машина

У процесі виконання операції дерево звалювалося на технологічний важіль і перекидалося на протилежну сторону, щоб не створювати перешкод для подальшої роботи (рис. 3.8). Нині такі лісозаготівельні машини мають

обмежене використання, оскільки не забезпечують збереження підросту, не завжди витримується технологія розроблення лісосіки, значна частка робочого часу витрачається на переїзди машини від дерева до дерева.



Рис. 3.8. Загальна конструкція машин важільного типу: 1 – ходова частина; 2 – зрізувальний пристрій (ланцюгового типу); 3 – кабіна; 4 – захисне огороження кабіни; 5 – важіль для звалювання дерева; 6 – приймально-пакетувальний пристрій; 7 – захисне огороження заднього моста

Сучасні вузькозахопні лісозаготівельні машини з начіпним механізмом здійснюють захоплення, зрізування, утримування в захопному пристрої і укладання дерев в пакети. Захопно-зрізувальний пристрій кріпиться до начіпного механізму базової машини або спереду у машин із фронтальним начіпним механізмом (рис. 3.9), або збоку – з фланговим.

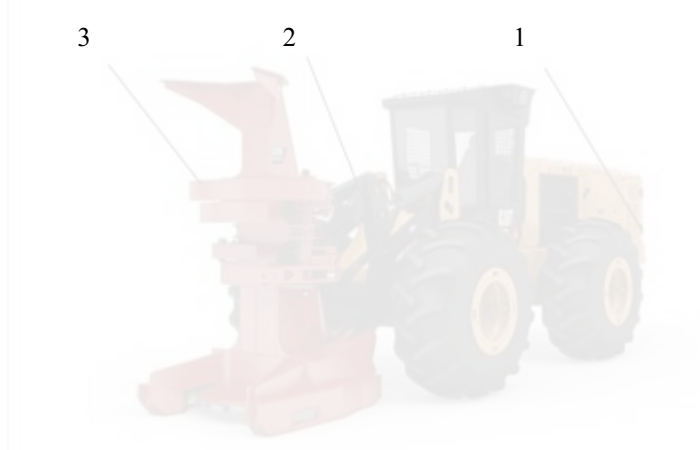


Рис. 3.9. Звалювально-пакетувальна машина з фронтальним начіпним механізмом Caterpillar CAT 573D: 1 – базова машина; 2 – фронтальний начіпний механізм; 3 – захопно-зрізувальний пристрій; [матеріали компанії Caterpillar]

Звалювально-пакетувальні машини (ЗПМ) формують на землі пачки дерев, які у подальшому за допомогою трелювальних засобів переміщуються на навантажувальний пункт або лісовий склад (рис.3.10).



Рис. 3.10. Звалювально-пакетувальна машина маніпуляторного типу Caterpillar CAT 522B [матеріали компанії Caterpillar]

Маніпуляторні (широкозахопні) лісозаготівельні машини мають стрілу, до якої кріпиться механізм захоплювання і зрізання дерева (рис.3.11).

Захоплювач, шарнірно прикріплений до стріли, призначений для утримання дерев у момент спилювання, перенесення і вкладання їх у пачки. Він складається із стояка і двох затискачів, що приводяться в рух гідроциліндрами. Механізм різання змонтований на нижньому затискачі захоплювача і складається із гідродвигуна та пиляльного апарата (пиляльної шини, зірочок і пиляльного ланцюга ПЦУ-30). Машина формує пачку дерев на землі збоку або позаду себе (рис. 3.11).

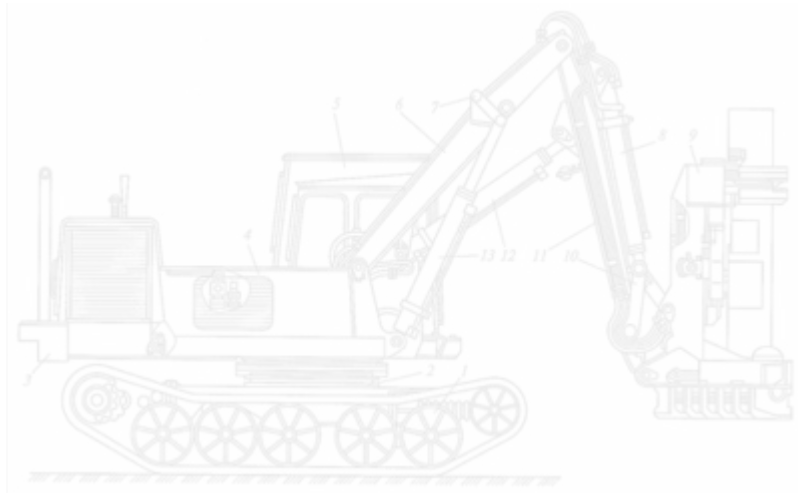


Рис.3.11. Схема звалювально-пакетувальної машини: 1 – ходова система, 2 – опорно-поворотний пристрій, 3 – противага, 4 – поворотна платформа, 5 – кабіна, 6 – стріла гідроманіпулятора, 7 – вушко, 8 – гідроциліндр повороту захопно-зрізаючого пристрою, 9 – захопно-зрізаючий пристрій, 10 – поворотний важіль, 11 – рукоять (держак) гідроманіпулятора, 12, 13 – гідроциліндри привода держака та стріли

Звалювально-пакетувальні машини доцільно використовувати на великих лісосіках. Розробляти лісосіку можна як із дальнього так і з ближнього кінця.

Звалювально-трелювальні машини (ЗТМ) на відміну від звалювальних, пристосовані також і для трелювання лісу. Окрім маніпулятора чи механізму зрізання, вони оснащені коником – пристроєм для утримання пачки деревини в процесі переміщення. Відомі дві принципово різні групи звалювально-трелювальних машин: важільні та маніпуляторні. У машин важільного типу (вузькозахватних) зіштовхувальний пристрій підвішується збоку або спереду машини за допомогою важелів, які мають різну конструкцію і характеризуються відносно обмеженою робочою зоною (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Важільна (вузькозахватна) звалювально-трелювальна машина

Важільні звалювально-трелювальні машини повинні під'їжджати до кожного дерева, що досить складно і призводить до пошкодження або повного знищення підросту.

Маніпуляторні, або широкозахватні ЗТМ за рахунок переміщень маніпулятора із захватно-зрізуючим пристроєм можуть обробляти велику площу. До звалювально-трелювальних машин маніпуляторного типу відносять машини ЛП-17, ЛП-17А і ЛП-49, створені на базі тракторів відповідно ТДТ-55 та ТТ-4 (рис. 3.14). Як і базові трактори, ці машини призначені для роботи в насадженнях із середнім об'ємом стовбура відповідно до 0,4 м³ і більше 0,4 м³



Рис. 3.14. Звалювально-трелювальних машин маніпуляторного ЛП-49

До складу технологічного устаткування машин входять гідроманіпулятор, на вільному кінці якого встановлений захватно-зрізаючий пристрій (ЗЗП), і кониковий затискач (коник) для збору й утримання зібраних дерев в процесі трелювання (рис. 3.15). Завдяки гідроманіпулятору згадані машини з однієї технологічної стоянки можуть збирати декілька дерев, що зменшує час, який витрачається на переїзди машини під час набору пачки, а також забезпечує збереження підросту.

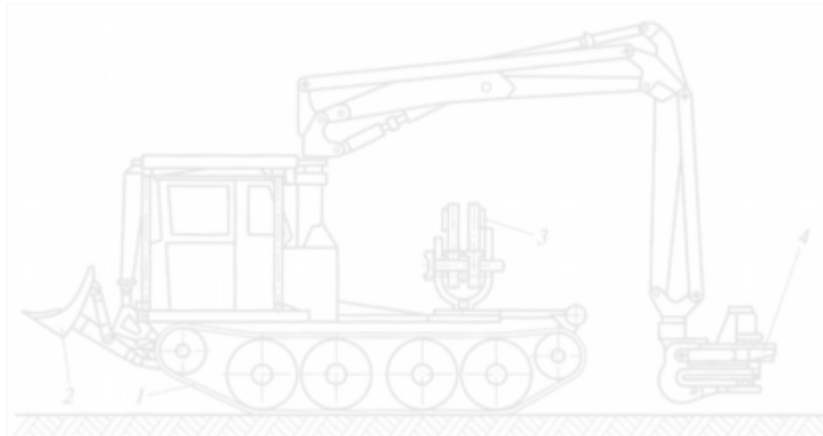


Рис. 3.15 Схема звалювально-трелювальної машини: 1 – ходова система; 2 – штовхач; 3 – коник; 4 – захоплююче-зрізаючий пристрій

Ці машини можуть бути використані в рівнинній і слабопагорбистій місцевості з ухилами: влітку до 20°, взимку і в сиру погоду – до 14°. Несуча здатність ґрунтів розроблюваних лісосік повинна бути не нижчою за 90 кПа.

3.4.3. Конструктивні та експлуатаційні особливості закордонних лісозаготівельних машин

У Європі найпоширенішою стала так звана скандинавська технологія заготівлі деревини (розроблена в Швеції та Фінляндії). За цією технологією заготовляються сортименти і вона передбачає застосування потужної лісозаготівельної техніки – харвестерів і форвардерів.

Для сортиментної заготівлі деревини створено спеціальний клас багатоопераційних машин – **звалювально-гілкорізно-розкрязувальні машини** (харвестери).

Харвестер (від англ. *harvester* – жнець, збирач урожаю) – це самохідна багатоопераційна лісозаготівельна машина, призначена для звалювання дерев, очищення їх стовбурів від гілок, і розкрязування стовбурів на сортименти на лісосіці (останніми роками термін "харвестер" все ширше використовується

замість терміна "звалювально-гілкорізно-розкрязувальна машина" рис. (3.16).



Рис. 3.16. Багатоопераційна лісозаготівельна машина VALMET 911 6x6

За допомогою харвестера здійснюються звалювання дерев, зрізання суччя, розкроювання хлестів на сортименти, обліку їх та складування. Форвардер же являє собою машину, за допомогою якої здійснюється навантаження та транспортування підготовлених сортиментів до складу або до дороги, де їх має підібрати спеціалізований транспорт.

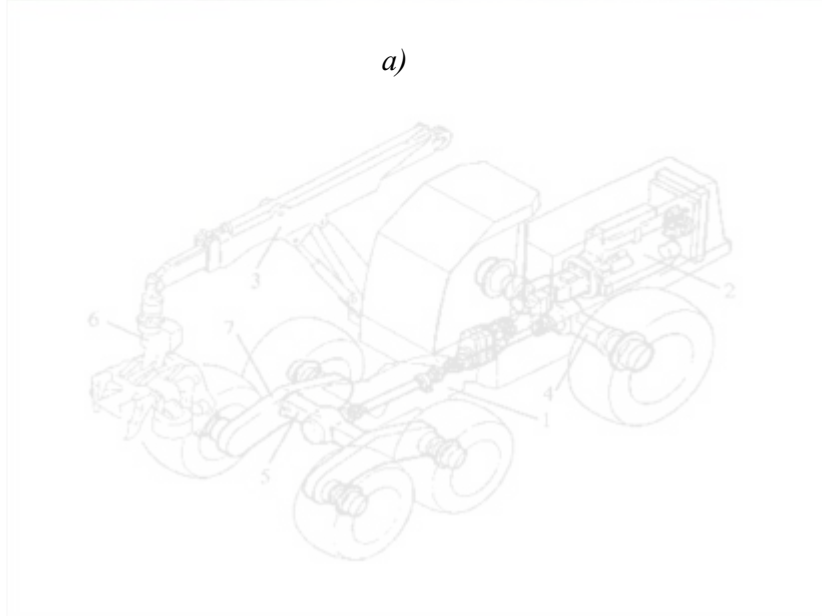
Сучасні харвестери в основному є одномодульними (однозахватними), тобто усі операції здійснюються однією головкою, що агрегатується на кінці маніпулятора за один прийом. На сьогодні з ринків практично зник поширений раніше харвестер двомодульний (двозахватний), на кінці маніпулятора якого знаходилася тільки звалювальна головка, а вся наступна обробка (обрізка гілок, розкрязування і обмір) виконувалася за допомогою додаткового агрегату, що розміщувався на рамі машини.

Виліт маніпулятора у харвестерів зазвичай досягає 10 метрів, що дозволяє розробляти пасіки шириною 20 метрів. Важкий харвестер відрізняється тим, що у нього зазвичай виліт стріли коротший (7–8 метрів), оскільки стійкості шасі зазвичай не вистачає для переміщення важкої харвестерної головки і обробки великих стобурів на великій відстані. У загальному випадку харвестер складається з рами, моторного відсіку, маніпулятора, харвестерної головки, трансмісії, системи управління, кабіни. Рама побудована з двох шарнірно-зчленованих напіврам, що дозволяють значно знизити навантаження на

конструкцію і покращити умови роботи оператора (рис. 3.17).



а)



б)

Рис. 3.17. Загальний вигляд та будова колісного харвестера: а) John Deere 1470G; б) Valmet 911; 1 – рама; 2 – двигун; 3 – маніпулятор; 4, 5 – передній і задній мости; 6 – харвестерна головка; 7 – тандеми

Моторний відсік, як правило, розташовується позаду на одній з напіврам,

на ній же встановлені гідронасос, гідромотор, роздавальна коробка трансмісії, гідробак, паливний бак.

Маніпулятор, разом з кабіною, монтується на технологічному модулі та слугує для переміщення харвестерної головки до дерева. Маніпулятор складається з колони, стріли, рукояті, телескопічної ланки, привідних гідроциліндрів і приводиться в дію системою гідроциліндрів. Для поліпшення умов праці оператора поворот кабіни здійснюється разом із поворотом колони маніпулятора.

Виробництво лісозаготівельних машин є пріоритетним для понад 30 фірм Західної Європи, Північної Америки та Японії. Серед них за кількістю номенклатури машин, що випускаються, виділяються компанії John Deere, Caterpillar, Logset, Ponsse, Rottne, Tigercat, Timber Pro, Valmet і Komatsu.

Лідируючі позиції займає компанія John Deere (США, колишня Timberjack). Кожна четверта машина парку лісозаготівельної техніки за кордоном випущена цією компанією.

У модельному ряду машини відрізняються не лише параметрично, але у багатьох випадках і компоновальними рішеннями (рис.3.18). Загалом зовнішнє компоновання машин має кубічну побудову з домінуючим підвищенням кабіни оператора. Моделям кожної фірми властивий свій характерний вигляд і свій фірмовий колір. Різні типи машин застосовують для виконання суцільних і проміжних рубань.



Рис. 3.18. Компоновальні схеми основних типів лісозаготівельних машин: а, б – колісні харвестери; в, з – гусеничні харвестери з незмінним (в) і змінним (г) горизонтальним рівнем платформи; д, е, жс – гусеничні звалювально-пакетувальні машини з незмінним (д, е) і змінним (жс) горизонтальним рівнем платформи; з – вузькозахватні звалювально-пакетувальні машини фронтального типу.

Класифікація колісних харвестерів за масою, потужністю двигуна та діаметром спилюваного дерева наведена в таблиці 2.1.

Найбільша кількість моделей за своїми параметрами відноситься до 2-ї групи (40,4%). Це універсальний клас середніх КХ для виконання вибіркових і суцільних рубань із середнім об'ємом стовбура. Найбільш представлені в цій групі моделі Ergo компанії Ponsse, 901.3 компанії Valmet, 1070D компанії John Deere і H-14 компанії Rottne. Майже для всіх моделей в цьому класі характерні підвищена стійкість і маневреність. Вони можуть працювати в насадженнях із різною складністю рельєфу.

Таблиця 3.2

Класифікація колісних харвестерів

Клас машин	Значення			Виробник та модель машини
	маса, кг	потужність, кВт	максимальний діаметр обробляемого дерева, мм	
Легкі – для рубок догляду	До 13000	До 130	До 450	Ponsse Beaver; John Deere 770D; Rottne : H-8; Tigercat H-09; Sampo : 1046, 1066; Logman : 801, 81 1H; Valtra : F-Line; Lannen : 860 Forest; Prosilva : 810, 910 та ін.
Середні – для вибіркових і суцільних рубань	13000 – 16000	110–150	До 600	Ponsse Ergo; John Deere 1070D; Caterpillar 550; Valmet : 901. 3, 91 1.1; Logset 6H; Silvatek 886TH; Rottne H14; ECO LOG : 550; Tigercat H-16; Cremona HPV; PIKA 956; HSM 208F-26,5", 904F-26,5" .
Важкі – для суцільних рубань	Більше 16000	Більше 150	До 800	John Deere : 1270D, 1470D; Caterpillar : 570, 580; Valmet : 911.3, 921.1, 941;

				Logset 8H; Silvatek 896TH; Rottne H-20; ECO LOG: 560B, 570B, 580B; TimberPro TB-620E; Martimex LKT-120T-H та ін.
--	--	--	--	--

Легкі компактні харвестерні машини (31,9%) для проведення практично усіх видів рубань догляду, окрім освітлення складають 1-у групу. Представниками цієї групи є моделі H-8 компанії Rottne і 770D компанії John Deere. За невеликих розмірів, згадані машини виокремлюються достатньою габаритною прохідністю і підвищеною маневровістю в умовах густих насаджень.

До 3-ї групи машин входять важкі колісні харвестери. Їхня частка становить 27,7%. Основним призначенням цих машин є виконання рубок головного користування у високопродуктивних насадженнях. Вони також можуть залучатися до роботи у насадженнях середньої продуктивності, але ефективність такого використання буде значно нижчою. Найбільший ефект від машин цієї групи досягається під час заготівлі деревини у значних об'ємах при проведенні суцільних рубок на великих площах. У цій групі особливо виділяються моделі H-20 компанії Rottne, 1470D компанії John Deere і TB-620E компанії TimberPro.

3.4.4. Технологія виконання робіт лісозаготівельними машинами

За допомогою звалювально-пакетувальних машини (ЗПМ) можливі два основних способи звалювання і пакетування дерев: звалювання дерев з укладанням їх у пакети, розташовані під кутом 30–60° до напрямку руху, і укладання пакета дерев позаду машини паралельно до напрямку руху останньої (рис. 3.20, а, б, в).

Розробляти лісосіки із застосуванням звалювально-пакетувальних машин можна прямолінійними ходами стрічками перпендикулярними до вусу або паралельними до нього, а також по колу.

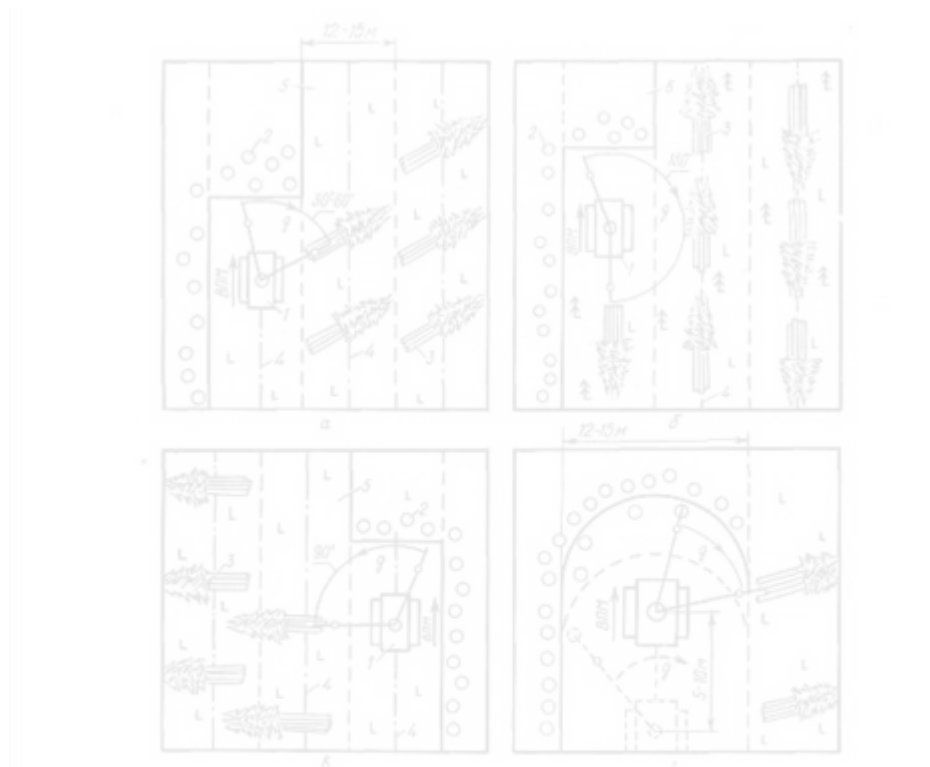


Рис. 3.20. Схеми звалювання дерев машинами:

а, б, в – звалювально-пакетувальними з прямолінійними ходами перпендикулярними і паралельними до лісовозного вусу, з укладанням пакетів під кутом 30–60°, 90° і 180°; г – зона роботи ЗПМ з однієї стоянки; 1 – звалювальна машина; 2 – ростучий ліс; 3 – пакети (дерева); 4 – волок; 5 – стрічки (пасіки); q – напрям переміщення дерева; ЗПМ- переміщення звалювально-пакетувальної машини [(пока 27) Ю.В. Шелгунов, 1989]

Найпоширеніша технологія розроблення лісосіки полягає у наступному: в першу чергу розробляється полоса (смуга) шириною 30–50 м ходами машини паралельними лісовозному вусу, розроблення головної частини проводиться відразу на всю глибину від лісовозного вуса до границі лісосіки.

При роботі за згаданою схемою машина звалює дерева на стрічках, послідовно віддаляючись від вуса і наближаючись до нього, в кінці стрічок розвертається і зміщується на відстань рівну ширині стрічки. При русі до вуса машина укладає пачки за собою, а при русі від вуса – попереду себе, під кутом

30–60° (0,52...1,04 рад) до напрямку свого ходу. За суворого дотримання ширини і паралельності стрічок та укладання пачок дерев позаду машини по осі волока робота за цією схемою забезпечує часткове збереження підросту. У разі руху паралельно вусу машина також розвертається в кінці стрічок. Розробка стрічок починається з дальнього кінця ділянки, машина у міру розробки стрічок наближається до вуса. Пачки укладають під кутом 90° до ходу машини відземками у бік вуса. Тобто, подальше трелювання деревини може здійснюватися із будь-якої пасіки з дотриманням правил техніки безпеки. Трелювання ведеться уперек стрічок по найкоротших відстанях. Ця схема скорочує відстані трелювання і зручна для створення запасу пачок на лісосіці.

За руху по колу машина починає розробку лісосіки, переміщуючись по стрічках на її межах, і укладає пачки під кутом за собою або попереду себе залежно від напрямку трелювання.

Технологічний цикл при зрізанні та укладанні дерева машиною складається з наведення захватно-зрізаючого пристрою, затискання дерева, натягу стовбура вгору, зрізання, підйому, підтягування дерева, повороту платформи з деревом, укладання його в пачки, повороту платформи без дерева. Окрім цього, обов'язковим елементом є переїзди машини із стоянки на стоянку.

Об'єм пачки, який формується машиною, залежить від середнього об'єму стовбура, запасу деревини на 1 га, ширини стрічки, що розробляється, і відстані переїздів з однієї стоянки на іншу. Відстань переїздів коливається від 2 до 14 м, що зумовлено в основному нерівномірним розташуванням дерев. Звичайно відстань одного переїзду – 4–6 м, а об'єм пачки, яка формується – 1,5–2,5 м³.

Під час розробки лісосік системами лісозаготівельних машин спочатку розробляють смуги паралельно лісовозному вусу шириною до 70 м. На вирубаному майданчику розміщують лісонавантажувач, гілкорізну машину і основне устаткування виробничої ділянки. Для розробки ділянки машини рухаються по першій наміченій пасіці і стрічці в кінці ділянки. При цьому звалювально-пакетувальні машини звалюють тільки дерева, які заважають їм проїхати, а звалювально-трелювальні машини звалюють всі дерева, які розташовані на майбутньому волоці. Напрямок звалювання дерев вибирають з урахуванням наступного їх трелювання.

Після розробки волока машини ЛП-17, ЛП-49, ЛП-53 рухаються по ньому у бік лісовозного вуса, підбирають звалені дерева, укладають їх у коник і трелюють на навантажувальний лісопункт. Для зручності розробки ділянок спочатку розрубують крайні стрічки. Розробка ділянок здійснюється паралельними стрічками. При цьому машини ВМ-4А, ЛП-17, ЛП-49, ЛП-53 рухаються уздовж стіни лісу і розробляють стрічку. Ширина стрічки при роботі машин ЛП-17, ЛП-49, ЛП-53 рівна максимальному вильоту маніпулятора, а

ширина стрічки при роботі ЛП-19 — подвійному значенню максимального вильоту маніпулятора.

Машинна заготівля сортиментів. Технологічний процес при машинній заготівлі сортиментів (харвестер + форвардер) складається з таких операцій: звалювання дерев, обрізування гілок, розкряжування стовбурів і окучування (пакетування) сортиментів харвестером; збирання і навантаження пачок сортиментів на вантажну платформу форвардера, підвезення і розвантаження (з сортуванням сортиментів у штабелі біля лісовозної дороги). Особливістю даного процесу при несучільних рубках є те, що у більшості випадків розроблення пасічних волоків не здійснюється, а задається лише напрямком передбачуваного руху харвестерів за допомогою стрічок, які підв'язують на деревах. Під час руху харвестера заднім ходом оператор виконує звалювання тільки тих дерев, які заважають проході машини. Оператор харвестера також визначає дерева, які підлягають звалюванню на пасіці. Їх спилування здійснюється в зоні ефективного вильоту маніпулятора.

Для зменшення динамічного навантаження на робочий орган і гідроманіпулятор спилане дерево доцільно звалювати на ростучий деревостан.

Схема розробки лісосіки за скандинавською технологією показана на рисунку 3.21.

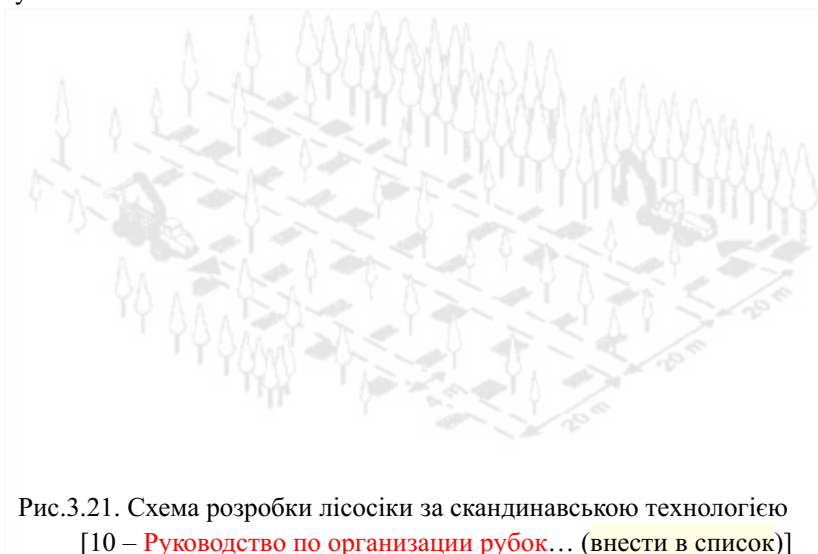


Рис.3.21. Схема розробки лісосіки за скандинавською технологією
[10 – [Руководство по организации рубок...](#) (внести в список)]

Просуваючись углиб лісосіки, харвестер доходить до її дальньої межі і після розвороту починає звалювання на наступній пасічці, переміщаючись до лісовозного вусу. З кожного дерева після звалювання обрізуються гілки і стовбур розкряжується на сортименти. Гілля використовується для зміцнення

пасічних волоків. При формуванні трелювальної пачки форвардер навантажує великі сортименти поштучно, середні і дрібні – пачками. На навантажувальному майданчику або сам форвардер або навантажувальні машини здійснюють формування штабелів певних сортиментів. Далі навантажувальні машини здійснюють відвантаження сортиментів з штабелів на автомобільний транспорт.

На важкодоступних для харвестерів ділянках і при наявності дерев великого об'єму для виконання всіх технологічних операцій використовують бензиномоторні пилки. Крупні сортименти, які отримують при цьому, залишаються на місці, а середні та дрібні збираються в пачки невеликого об'єму.

При розробці лісосік даною системою машин, волок, який проходить посередині пасіки, може бути як прямолінійним, що спрощує трелювання, так і непрямолінійним внаслідок огинання харвестером куртин підросту, куртин і поодиноких дерев підросту господарськоцінних видів дерев, біогруп та ін. Непрямолінійні волокни, ширина яких становить біля 4 м, також знижують вітрове навантаження на насадження при несучільних рубках. Ширина пасік при такій технології становить два ефективних вильоти маніпулятора.

Технологія з заїздами на напівпасіки може розглядатися як варіант технології з волоком посередині пасіки зі збільшеною її шириною до чотирьох ефективних вильотів маніпулятора (рис. 3.22).

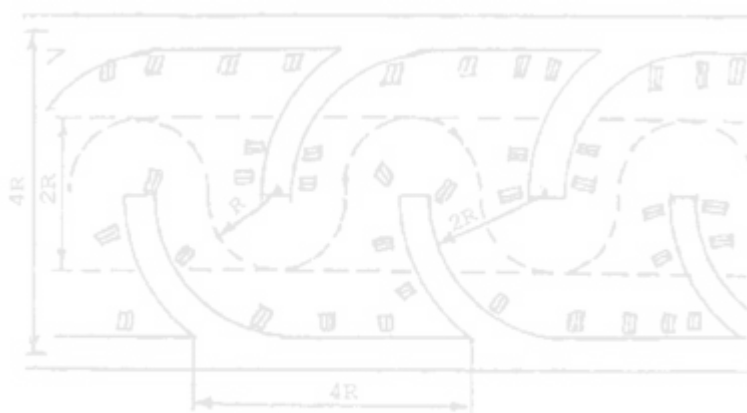


Рис. 3.22. Схема роботи харвестера з заїздами на напівпасіки
[10 – [Руководство по организации рубок...](#)(внести в список)]

Крок примикання заїздів до волока з кожного боку також становить чотири R. Заїзди на суміжних напівпасіках зміщені на половину кроку примикання, що

забезпечує досяжність всіх дерев. При цьому заїзди виконуються по кривій (дузі), що забезпечує плавне примикання до волока.

З метою зменшення загальної довжини пасічних волоків, по яких переміщається форвардер, може застосовуватися схема з допоміжним коридором (імпровізованим волоком) (рис. 3.23). У цьому випадку відстань між пасічними волоками становить приблизно 3,5 ефективних вильоти маніпулятора.

Харвестер на допоміжному коридорі також виконує весь цикл операцій, проте пачки сортиментів при цьому укладає на максимальній відстані від машини. Цим забезпечується доступність пакетів, сформованих харвестером, для маніпулятора форвардера, який переміщається по волоку.

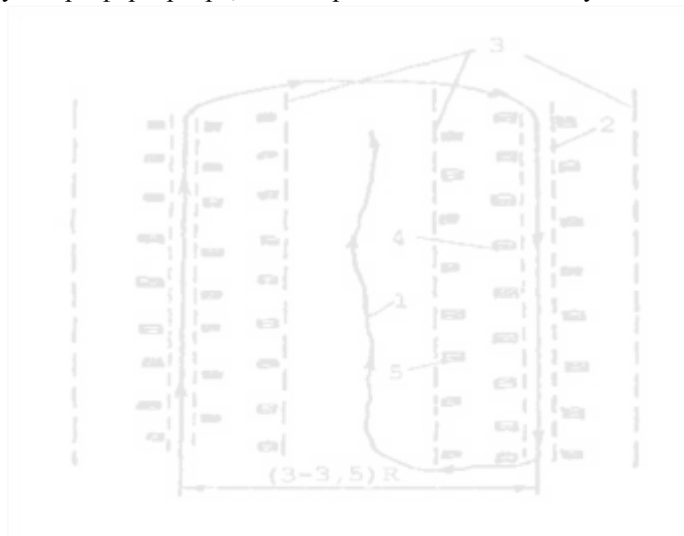


Рис. 3.23. Схема розробки пасіки з допоміжним коридором

1 – шлях переміщення харвестера; 2 – межа волока; 3 – межі стрічки; 4 – пакети сортиментів, сформовані при розробленні (розрубванні) волока і прилеглої стрічки; 5 – пакети сортиментів, сформовані при розробленні допоміжної стрічки [10 – **Руководство по организации рубок...**(вставити в список)]

У практиці роботи лісозаготівельних і лісогосподарських підприємств застосовується і ряд інших технологічних схем розроблення лісосік з використанням форвардерів.

3.4.5. Змінна продуктивність лісозаготівельних машин.

Змінна продуктивність багатоопераційних лісозаготівельних машин (M^3) може бути визначена за спрощеною формулою:

$$\Pi_{зм} = (T_{зм} - t_p) \cdot \Pi_p, \quad (2.9)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, ГОД;

t_p – тривалість регламентованих простоїв (підготовельно-завершальних робіт) лісозаготівельної машини у зміну, год/зм, $t_p = 1,36 \text{ год/зм}$;

Π_p – розрахункова годинна продуктивність лісозаготівельної машини, м^3 .

$$\Pi_p = \frac{3600}{T_{\psi}}, \quad (2.10)$$

де T_{ψ} – тривалість циклу звалювання-пакування (залежить від марки машини і середнього об'єму стовбура) чи звалювання-трелювання (залежить від марки машини, об'єму стовбура і відстані трелювання) лісозаготівельною машиною, С, (береться з довідкових таблиць).

Продуктивність звалювально-пакувальних машин:

$$\Pi_{зм} = \frac{(T_{зм} - t_{пз}) \cdot C_1 \cdot C_{\psi} \cdot q_n}{t_{\psi}}, \quad (2.11)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, С;

$t_{пз}$ – тривалість підготовельно-завершальних робіт лісозаготівельної машини у зміну, С, $t_{пз} = 1800-3000 \text{ с}$;

C_1 – коефіцієнт використання робочого часу, $C_1 = 0,8-0,9$;

C_{ψ} – коефіцієнт, який враховує циклічні витрати часу на підготовлення робочого місця, наведення захоплювального пристрою на дерево, його спилування, зіштовхування і укладання у пакет, $C_{\psi} = 0,4-0,5$;

t_{ψ} – час формування пачки об'ємом q_n , С;

q_n – об'єм пачки, яка формується машиною з однієї стоянки, м^3 ;

$$q_n = 10^{-4} \cdot a \cdot R \cdot (R - r) \cdot A_c \quad (2.12)$$

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 $a=1$, якщо по обидві сторони – $a=2$;

A_c – середній експлуатаційний запас лісу на 1 га, м^3 .

Цикл звалювально-пакувальної машини:

$$t_{ц} = t_0 \cdot \frac{q_n \cdot t_{пв}}{q_c} \quad (2.13)$$

де t_0 – час захоплювання, спилювання і вкладання одного дерева в пачку залежно від типу машини, середнього об'єму стовбура і умов роботи, $t_0 = 25 \dots 30$ с;

q_c – середній об'єм одного стовбура, m^3 ;

$t_{пв}$ – час переміщення машини з однієї стоянки на іншу та встановлення її в робоче положення,

$$t_{пв} = C_y \cdot \frac{R-r}{v_d} \quad (2.14)$$

де C_y – коефіцієнт, який враховує можливе видовження шляху переміщення машини в реальних умовах лісосіки і витрати часу на встановлення машини,

$C_y = 1, 2 \dots 1, 4$;

v_d – швидкість переміщення машини по лісосіці.

Продуктивність звалювально-гілкорізно-розкрязувальної машини (харвестера) визначається за наступною залежністю:

$$P_{зм} = \frac{10^{-4} \cdot (T_{зм} - t_{пз}) \cdot C_1 \cdot b_n \cdot L_{max} \cdot Q_{за} \cdot i}{t_1 + (t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6) \cdot N}, \quad m^3 \quad (2.15)$$

де $T_{зм}$ – тривалість робочої зміни, С;

$t_{пз}$ – час на виконання підготовельно-завершальних операцій, $t_{пз} = 1800$ с;

C_1 – коефіцієнт використання робочого часу, $C_1 = 0,8-0,85$;

b_n – ширина пасіки, м;

при використанні грейферних харвестерів

$$b_n = 2 \cdot L_{max}, \quad (2.16)$$

L_{max} – максимальний виліт гідроманіпулятора машини, м.

$Q_{за}$ – ліквідний запас деревини на га, m^3 ;

i – інтенсивність вирубування насадження, від 0,2 для рубок формування і оздоровлення лісів, до 1,0 – для рубок головного користування;

t_1 – час переміщення машини з однієї позиції (стоянки) на іншу, С:

$$t_1 = \frac{L_{max}}{v_{пр}} \quad c \quad (2.17)$$

де $\bar{v}_{пр}$ – середня швидкість переїзду машини з однієї позиції на іншу,

$$\bar{v}_{пр} = 0,4 \text{ м/с};$$

t_2 – час на підготовку дерева до спилування (підведення звалювального механізму до дерева та його захоплення), $t_2 = 15-25 \text{ с}$;

t_3 – час на спилування одного дерева, С:

$$t_3 = \frac{V_x}{\phi_2 \cdot S \cdot f \cdot (H-1,3)}, \text{ с} \quad (2.18)$$

де V_x – середній об'єм стовбура, м^3 ;

ϕ_2 – коефіцієнт використання продуктивності чистого пиляння різального механізму, $\phi_2 = 0,7-0,8$;

S – продуктивність чистого пиляння різального механізму, $S = 0,006-0,025 \text{ м}^2/\text{с}$;

f – видове число стовбура дерева, яке залежить від коефіцієнта його форми;

H – середня висота спилуваних дерев, м ;

t_4 – час на зіштовхування (звалювання) спиланого дерева, $t_4 = 8-15 \text{ с}$;

t_5 – час на обрізування гілок з поваленого дерева, С:

$$t_5 = \frac{H - k \cdot H - l_B}{u_{сп}}, \text{ с} \quad (2.19)$$

де k – коефіцієнт, який враховує частину довжини дерева яка протягується через гілкорізний механізм за час падіння дерева, $k = 0,3$;

l_B – середня довжина вершини дерева, яка не підлягає очищенню від гілок, $l_B = 1,5-2,0 \text{ м}$;

$u_{сп}$ – середня швидкість протягування дерева через гілкорізний механізм з врахуванням сповільнення швидкості перед кожним пропилом для

розкряжування, $u_{сп} = 1,0-1,5 \text{ м/с}$;

t_6 – час на розкряжування стовбура, С:

$$t_6 = \frac{\pi \cdot d_c^2 \cdot (H - l_B)}{4 \cdot S \cdot l_{сп}}, \text{ с} \quad (2.20)$$

де d_c^2 – середній діаметр пропилів (на 10% менше $d_{1,3}$), м;

l_{cp} – середня довжина випилюваних сортиментів, $l_{cp} = 3-5$ м;

N – кількість дерев, які звалюються з однієї позиції (стоянки) машини, шт.;

$$N = \frac{b_n \cdot L_{max} \cdot Q_{ra} \cdot i}{10^4 \cdot V_x}, \quad \text{шт} \quad (2.21)$$

Продуктивність сучкорізно-розкряжовочної машини з фермою (СРМ)

визначається в залежності:

$$\Pi_{cm} = \frac{(T - t_{n-3}) \cdot \phi_1 \cdot V_x}{t_1 + t_2 \cdot n + t_3 + t_4 \cdot n + t_5 \cdot n + t_6}, \quad \text{м}^3 \quad (3.40)$$

де T – тривалість зміни, 25 200–28 800 сек;

t_{n-1} – час на виконання підготовчо-заключних операцій, 1 800 сек;

ϕ_1 – коефіцієнт використання робочого часу з врахуванням переїздів машини з однієї технологічної стоянки на іншу, 0,6–0,8;

V_x – середній об'єм хлиста, м³;

t_1 – час на захват та подачу дерева у сучкоріжучий пристрій, 8–18 сек;

t_2 – час на зажим дерева захватом перетягуючого механізму, 5–7 сек;

n – кількість сортиментів, які випилюються з одного хлиста, шт.:

$$n = \frac{H - l_k}{S_{max}}, \quad \text{шт.} \quad (3.41)$$

де H – середня довжина оброблюваного дерева, м;

l_k – відстань від комлевого торця дерева до місця першого захвату, 1,5–2,5 м;

S_{max} – максимальний хід захвату перетягуючого механізму, 4–6 м;

t_3 – час на перетягування дерева через сучкоріжучий пристрій, сек:

$$t_3 = \frac{k_d \cdot (H - l_k)}{u_n}, \quad \text{сек} \quad (3.42)$$

де k_d – коефіцієнт збільшення часу перетягування із-за проковзування подаючих органів та більш повільної обробки криволінійних ділянок стовбура дерева, 1,1–1,4;

u_n – середня швидкість перетягування дерева, 1–2 м/с;

t_4 – час на відпилювання одного сортименту, сек:

Контрольні питання

1. Якими є основні вимоги при звалюванні дерев?
2. Які фактори впливають на процес звалювання дерев?
3. За якими ознаками класифікують ручні моторні інструменти?
4. З яких основних вузлів складається бензиномоторна пилка?
5. Назвіть і опишіть основні операції при звалюванні дерев бензопилами?
6. Наведіть основні параметри підпили, недопили та пня.
7. Як визначається змінна продуктивність бензиномоторних пилок?
8. Назвіть основні способи звалювання дерев на лісосіках.
9. Назвіть основні методи розробки пасік.
10. Наведіть основні схеми розроблення пасік при наявності життєздатного підросту.
11. За якими ознаками класифікують лісозаготівельні машини?
12. Як поділяються лісозаготівельні машини за видом виконуваних технологічних операцій?
13. Наведіть основні схеми розробки лісосік звалювально-пакувальними машинами.
14. Дайте визначення поняття “харвестер”.
15. З яких основних вузлів складається харвестер?
16. На які типи (за основними технічними характеристиками) поділяються харвестери?
17. Наведіть основні схеми розробки лісосік харвестерами.
18. Як визначається змінна продуктивність багатоопераційних лісозаготівельних машин?
19. Як визначається змінна продуктивність звалювально-пакувальних машин?
20. Як визначається змінна продуктивність харвестерів?

РОЗДІЛ 4

ТРЕЛЮВАННЯ ДЕРЕВНОЇ СИРОВИНИ

Трелювання (від англ. *trail* – тягнути, волочити) – операція переміщення дерев, стовбурів або сортиментів в умовах бездоріжжя від місця звалювання до місця відвантаження на лісовозний транспорт (верхній склад або відвантажувальний пункт).

Мета трелювання – збір дерев, стовбурів чи сортиментів із відносно великої площі на спеціально підготовлені відвантажувальні майданчики або верхні склади біля лісовозних доріг.

Трелювання – найбільш трудо- і енергоємна операція лісосічних робіт, що спричиняє суттєвий вплив на ґрунтові умови. На операцію трелювання припадає 25–30 % трудозатрат із лісосічних робіт і 10–12 % усіх трудозатрат по комплексу лісозаготівельного виробництва. Якщо зібрана на лісосіці деревина вивозиться на нижній склад лісозаготівельного підприємства або до споживача без перевантаження на верхньому складі або навантажувальному пункті, то такий технологічний процес називається **прямим вивезенням деревини**.

Трелювання відноситься до транспортної (переміщувальної) операції. Однак вона суттєво відрізняється від інших видів транспорту, оскільки здійснюється у виключно важких умовах – при повному бездоріжжі, на будь-яких ґрунтах влітку або по сніговій цілині взимку, із численними перешкодами у вигляді пнів, гілля, наметів тощо. Окрім цього трелювальні засоби пересуваються по значній території протягом нетривалого періоду часу. Трелювання виконується на незначні відстані 300–400 інколи 500–700 м. Завдяки трелюванню досягається концентрація деревини, що дозволяє використовувати технічні засоби для подальшого оброблення лісоматеріалів, пов'язаного із очищенням дерев від гілок, розкряжуванням хлестів на сортименти, сортуванням лісоматеріалів. Трелювання лісоматеріалів в одне місце на лісосіці дозволяє використовувати сучасні механізми для навантажування.

Машини, які застосовують на трелюванні, характеризуються великими тяговими зусиллями, високою прохідністю, проте виокремлюються порівняно незначними швидкостями руху.

Перший трелювальний трактор у колишньому Радянському Союзі з'явився в перші післявоєнні роки. Аналогів йому не було ні в одній країні світу. До його появи трелювання деревини здійснювалося кінними, ручними або механізованими лебідками.

Газогенераторний трелювальний трактор КТ-12 був створений в тодішньому Ленінграді спеціалістами Кіровського заводу у співдружності з вченими Ленінградської лісотехнічної академії (рис. 1.1). У серпні 1951 року

трактор почали виготовляти на Мінському тракторному заводі. У процесі випробувань було встановлено, що трактор КТ-12 із своєю газогенераторною установкою не відповідає технічним вимогам і його необхідно вдосконалювати. Як наслідок, у 1954 році була створена нова модель трелювального трактора з дизельним двигуном. Під маркою ТДТ-40 цей трелювальник виготовляли в Мінську до 1958 року.



Рис. 1.1. Газогенераторний трелювальний трактор КТ-12
(КТ – Кіровський трелювальний)

У 1956 році згідно з рішенням уряду тодішнього Радянського Союзу у місті Петрозаводськ (Карелія) було створено спеціалізоване підприємство – Онежський тракторний завод. Метою створення була організація масового випуску дизельних гусеничних тракторів для лісової промисловості країни. У цьому ж році на збиральному конвеєрі підприємства був зібраний перший трелювальний трактор ТДТ-40 (рис. 1.2).

Трактор був оснащений дизельним двигуном потужністю 45 к.с. і призначався для вивезення дерев із місць звалювання, а також для сплавних, транспортних та інших робіт. Трактор відзначався досить високою прохідністю та маневреністю і був здатний переміщуватися по лісосіці за наявності на ній пеньків, звалених дерев тощо. Встановлені на тракторі лебідка та навантажувальний пристрій давали можливість формувати пачку лісоматеріалів, завантажувати її на щит трактора та розвантажувати з нього.

У цей же час на ОТЗ паралельно з трактором Т-40 виготовлялися його модифікації: ТДТ-40М, Т-402, Т-47, Т-49 та плаваючий трактор ТП-90. На

початку 60-х років минулого сторіччя трактор ТДТ-40 та його модифікації морально й технічно застаріли. Саме ця обставина стала потужним поштовхом до створення нової моделі трелювальника – ТДТ-55.



Рис. 1.2. Трелювальний трактор ТДТ-40 виробництва Онежського тракторного заводу

У 1962 році трактор цієї моделі, який відносимо до тягового класу 3,0 успішно витримав державні випробування і був рекомендований до виробництва (рис. 1.3). У 1966 році почалося конвеєрне виготовлення тракторів. Відмінною особливістю ТДТ-55 від свого попередника була більша продуктивність та надійність. У цілому, поставлене перед конструкторським бюро завдання було успішно виконане. Трактор, призначений для трелювання дерев з кронами, окрім іншого, мав передній навісний пристрій, який дозволяв виконувати ряд допоміжних операцій на лісосіках: розчищення волоків від пнів, сушняку та снігу, штабелювання дерев та їх вирівнювання. Крім того, на тракторі поза кабіною був встановлений дизельний двигун СМД-14Н із запуском від двигуна ПД-10У з електростартером, завдяки чому були значно знижені шум, загазованість та температура на робочому місці тракториста. Для полегшення запуску двигуна у зимовий період на двигуні було встановлено рідинний передпусковий підігрівач. Порівняно з трактором ТДТ-40М нова модель мала кращу плавність ходу та прохідність на слабких ґрунтах. У 1969 році на базі ТДТ-55 була створена модель лісогосподарського трактора ЛХТ-55, який був оснащений заднім навісним пристроєм, двома валами відбору потужності та самоскидним кузовом. Трактор призначався для комплексної

механізації лісовідновлювальних робіт на ділянках із перезволоженими (слабкими) ґрунтами на пересічених рельєфах. Він міг також використовуватися на очищенні вирубок, на вивезенні деревини, для боротьби з лісовими пожежами та шкідниками лісу.



Рис. 1.3. Гусеничний трелювальний трактор ТДТ-55А

У 2003 році трактор ТДТ-55А та його модифікації були зняті з виробництва, а замість них тракторний завод почав виготовляти більш сучасні моделі, які отримали назву «Онежець». Зокрема, одна з нових моделей – трелювальний трактор ТЛТ-100А-06, призначений для трелювання дерев, хлестів та сортиментів (рис. 1.4). Трактор за допомогою штовхача виконує роботи з підготовки трелювальних волоків, навантажувальних майданчиків, ремонту доріг тощо. Ходова система трактора – підвищеної прохідності, що окрім іншого дозволяє підвищити поперечну стійкість трактора під час роботи на ґрунтах із низькою несучою спроможністю.

Нині російський концерн «Тракторные заводы» на базі Онежського тракторного заводу розгортає виробництво найсучаснішої техніки для лісозаготівель. За базову модель тракторів класу 3,0 вибрано трактор ОТЗ-300БГ, тракторів класу 4,0 – ОТЗ-400. На їхній базі створюються розноманітні модифікації лісових машин, серед яких: пакетопідборщики, трелювальники, пожежні трактори, сортиментовози тощо. Перший комплекс гусеничної техніки для хлистової заготівлі лісу складатиметься з 25 модифікацій машин. Водночас, на Мінському тракторному заводі цілеспрямовано працювали над удосконаленням створеного ними трелювальника ТДТ-40. Адже ще у процесі його розробки спеціалісти заводу дійшли висновку, що для роботи в лісових

масивах Уралу, Сибіру та Далекого Сходу потрібні більш потужні трактори, ніж створений ними ТДТ-40.



Рис. 1.4. Гусеничний трелювальний трактор ТЛТ-100А-06 (Онежец-110)

Так з'явився новий трелювальний трактор ТДТ-54 з двигуном потужністю 54 к.с. (рис. 1.5)



Рис. 5. Гусеничний трелювальний трактор ТДТ-60

Після модернізації двигуна та окремих його вузлів новий трелювальник отримав нове «ім'я» – ТДТ-60. Після державних випробувань конструкторську документацію на цей трактор було передано на Алтайський тракторний завод (м. Рубцовськ) для організації його серійного виробництва, яке було розпочате в 1957 році. Трелювальний трактор ТДТ-60 мав хорошу прохідність та високі тягові характеристики. На Міжнародній виставці у Брюсселі він був удостоєний високої нагороди – золотого призу Гран-прі.

З освоєнням випуску трелювальних тракторів Алтайський тракторний завод перетворився на одне з найбільших підприємств подібного спрямування. Продовжуючи роботи з удосконалення трактора ТДТ-60 конструктори АТЗ розробили нову модель – ТДТ-75 із дизельним двигуном потужністю 75 к.с.

А в 1971 з головного конвеєра заводу зійшов перший трелювальний трактор ТТ-4 класу 4,0 (рис. 1.6). Новий трелювальник був призначений для чокерного трелювання хлестів та стовбурів дерев із кронами, а також для великопакетного навантаження їх на залізничні платформи та лісовози.



Рис. 1.6. Гусеничний трелювальний трактор ТТ-4 виробництва Алтайського тракторного заводу

У 1990 році трактор ТТ-4 було модернізовано. Нова модель ТТ-4М отримала ряд змін, починаючи з двигуна та закінчуючи зовнішньою компоновкою кабіни оператора. Кабіна стала одномісною і набула форму трапеції. При цьому 130-ти сильний двигун став економічнішим. Трактор набув більш високих тягових характеристик та підвищену вантажопідйомність трелювального обладнання, тоді як питомий тиск гусениць на ґрунт зменшився.

Сучасна модель трактора ТТ-4М-01 – база для чисельної кількості лісозаготівельних, лісогосподарських та інших машин та механізмів, які застосовуються у лісовій галузі (рис. 1.7).



Рис.1.7. Модель ТТ-4М-01 – база для лісозаготівельних, лісогосподарських та інших машин та механізмів

Нині трелювальні трактори ТТ-4М виготовляються на Алтаї кількома невеликими виробничими об'єднаннями і поставляються на ринок під марками МСН-10, ТЛ-5АЛМ, ТСН-4 та ін.

5.1. Способи трелювання та їх класифікація

Існують різні засоби і способи трелювання. В якості вихідних матеріалів при технічному та економічному обґрунтуванні вибору трелювального засобу використовуються (приймаються), в першу чергу, натурально-природні умовами: рельєфом місцевості, несуча здатність ґрунтів, запас деревини на 1 га, середній об'єм стовбурів, загальний запасом деревини на лісосіці, наявність підросту, а також забезпеченість підприємств трелювальними засобами, вартістю трелювання тощо. Засоби і способи трелювання можна класифікувати:

1) за видом технічного засобу, що застосовується:

- трелювання тракторами (гусеничними, колісними);
- трелювальними лебідками;
- канатно-підвісними установками;
- літальними апаратами (гелікоптери, аеростати, дирижаблі);
- гужове трелювання (кіньми, мулами, слонами);
- гравітаційне (канатними лісоспусками; лотками дерев'яними, земляними, пластмасовими, водяними).

2) за способом закріплення лісоматеріалів на трелювальному обладнанні:

- незавантаженому стані (волоком);
- напівнавантаженому стані;
- напівпідвішеному стані;
- повністю навантаженому стані;
- повністю підвішеному стані.

3) за прийнятим технологічним процесом (видом вантажу, який трелюється):

- трелювання дерев;
- трелювання стовбурів;
- трелювання напівстовбурів;
- трелювання сортиментів.

4) за способом трелювання:

- за вершини;
- за відземки.

5) за способом формування пачки (пакуту):

- чокерне;
- безчокерне.

Трелювання волоком (у незавантаженому стані) проводиться тракторами загального призначення, оскільки вони не оснащені спеціальним технологічним обладнанням для збору і утримання пакета деревини під час трелювання, або ж гужовим транспортом (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Гужове трелювання деревини у ненавантаженому стані (волоком)

Найпоширенішим на сьогодні є тракторне трелювання пачок стовбурів (хлестів) або дерев у напівнавантаженому стані, яке здійснюється спеціальними трелювальними тракторами з канатно-чокерним або безчокерним технологічним обладнанням (рис. 3.2). Трелювальні трактори з пачковими захоплювачами виконують трелювання пачок дерев або стовбурів у напівпідвішеному положенні. Тракторне трелювання сортиментів здійснюється форвардерами (сортиментовозами) в повністю завантаженому положенні.

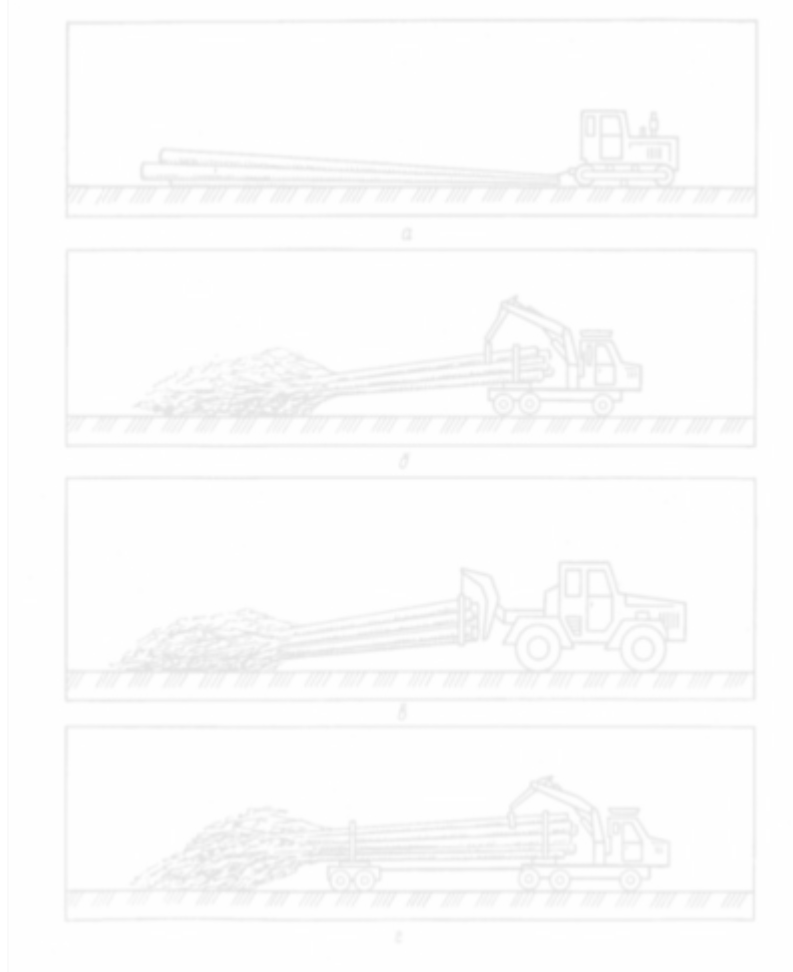


Рис. 3.2. Способи трелювання деревини тракторами:
а – волоком (тракторами загального призначення); б – напівзавантажений стан;
в – напівпідвішений стан; г – повністю навантажений стан (форвардери) [3]

При неможливості використання тракторів (ухил місцевості перевищує 22°

влітку та 15° зимою, або надто заболочена лісосіка) на трелюванні деревини застосовують різні види канатних трелювальних установок і рідше – гелікоптери або аеростати (для трелювання особливо цінних порід деревини в гірській місцевості).

5.2. Схеми розташування трелювальних волоків. Середня відстань трелювання

Схема розміщення трелювальних волоків на лісосіці повинна найефективніше забезпечувати трелювання деревини зі всієї площі освоєної лісосіки при незначній середній відстані трелювання та при якнайповнішому збереженні підросту. Основні фактори, що впливають на вибір схеми розміщення волоків, такі: рельєф місцевості, ґрунтові умови, характер лісонасадження, розміри лісосік, тип трелювального і навантажувального механізмів, вид лісовозного транспорту.

Від схеми розміщення трелювальних волоків на лісосіці залежить середня відстань трелювання і, відповідно, продуктивність трелювальних тракторів.

Залежно від лісовідновних вимог, ґрунтових і рельєфних умов трелювальні волокни розташовують за однією з типових схем, які в кожному конкретному випадку максимально скорочують середню відстань трелювання.

Можливі різні схеми розташування волоків і лісонавантажувальних пунктів при трелюванні тракторами і канатними установками. Пасічні й магістральні волокни прокладають один відносно одного і відносно навантажувального пункту за паралельними, перпендикулярними, діагональними, радіальними та віяловими схемами.

При *паралельній схемі* з одним відвантажувальним пунктом (рис. 3.3, а) пасічні волокни розташовують перпендикулярно до магістрального волока або до лісовозного вуса. Деревинну трелюють до одного відвантажувального пункту чи верхнього складу для подальшої первинної обробки та крупнопакетного відвантаження. Зазвичай, пасіки мають прямокутну форму і однакові розміри.

Цю схему доцільно застосувати при тракторному трелюванні для розроблення лісосік (дільниць) із невеликим запасом ($200\text{--}300\text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$) та збереженням підросту, за біологічного висушування дерев на лісосіці, при поступових рубаннях. Перевага схеми у тому, що трактор працює протягом зміни як на пасічних, так і на магістральних трелювальних волоках; при цьому полегшується розбивка лісосіки на пасіки та витримується черговість їхнього розроблення.

За застосування *паралельної схеми з широким фронтом відвантаження* (декількома навантажувальними пунктами) лісосіку розбивають паралельними волоками, розташованими перпендикулярно до лісовозного вуса, а

відвантажувальні пункти обладнують вздовж лісовозного вуса (рис. 3.3, б). Цю схему доцільно застосовувати у разі великої ширини та значного запасу деревини на 1 га за наявності мобільних навантажувальних засобів (наприклад, щелепних навантажувачів) та рівнинному рельєфі місцевості, за відсутності перезволожених ділянок.

Така схема дозволяє скоротити відстань трелювання, нагромадити запаси деревини вздовж вуса біля лісовозної дороги. Однак трелювальні трактори працюють виключно на пасічних волоках. Відвантажувальний пункт за вказаною схемою розташовують або навпроти кожної пасіки, або один пункт навпроти двох-трьох пасік.



Рис. 3.3. Паралельні схеми розроблення лісосіки: а – з одним верхнім складом (навантажувальним пунктом); б – із широким фронтом відвантаження

Перпендикулярні схеми (рис. 3.4, а, б) використовують в основному під час заготівлі деревини багатоопераційними машинами.



Рис. 3.4. Перпендикулярні схеми розроблення лісосіки

Магістральні трелювальні волоки розташовуються перпендикулярно до лісовозного вуса, тоді як пасічні – перпендикулярно або під кутом до магістрального волока.

Діагональну схему (рис. 3.5, а) застосовують при тракторному трелюванні в горбистій місцевості, а також на рівнинних лісосіках, які мають куртини з неексплуатаційною площею. Магістральні волоки розміщуються по діагоналях

розроблюваної ділянки лісосіки. Пасічні волоки прилягають до магістрального під кутом $45\text{--}60^\circ$. Відстань трелювання скорочується, порівняно з паралельною схемою. Трелювальні трактори працюють переважно на влаштованих магістральних волоках. За цією схемою доцільно організовувати роботу тракторів човниковим способом.

Радіальна схема (рис. 3.5, б) найприйнятніша на перезвожених лісосіках з ґрунтами із слабкою несучою здатністю за рахунок збільшення трелювальних волоків, водночас, зменшення кількості рейсів (проїздів) по кожному. Магістральні трелювальні волоки розташовують на найкоротшій відстані до одного верхнього складу. Пасічні волоки прилягають до магістрального під кутом $45\text{--}60^\circ$. Відстань трелювання, порівняно з паралельною схемою, значно скорочується.

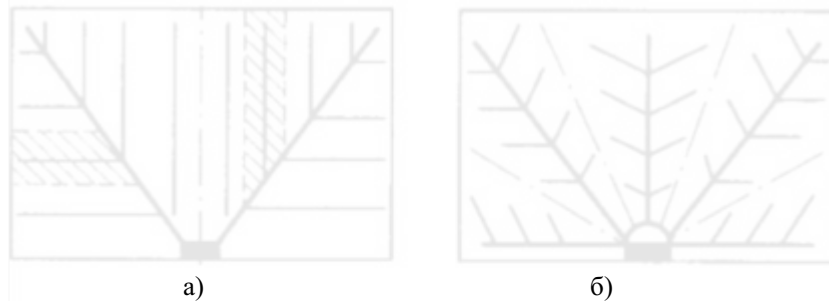


Рис. 3.5. Схеми розроблення лісосік: а – діагональна, б – радіальна

Віялову схему розміщення волоків доцільно використовувати при трелюванні деревини канатними установками на чашоподібних або конусоподібних схилах (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Віялова схема розроблення лісосіки

Лісосіку розбивають на пасіки у вигляді трикутників-секторів, посередині яких проходять трелювальні волоки. На прямих схилах гірських лісосік

трелювальні волокни розташовують паралельно один до одного і перпендикулярно до лісовозного вуса.

Основним показником процесу первинного транспортування деревини є *середня відстань трелювання*, яка впливає на продуктивність трелювання і залежить від схеми розміщення трелювальних волоків. Середньою відстанню трелювання вважають відстань переміщення деревини від центру (ваги площі) ділянки лісосіки, що розробляється, до місця відвантажування деревинної сировини на рухомий склад лісовозних доріг.

Середня відстань трелювання з достатньою для практичної мети точністю (припускаючи, що запас деревини по лісосіці розподіляється рівномірно) можна визначити за емпіричною формулою:

$$l_{\text{ср}} = (K_1 \cdot B + K_2 \cdot L) \cdot K_0, \quad (4.1)$$

де K_1, K_2 – коефіцієнти, які залежать від схеми розташування трелювальних волоків (табл. 3.1); B – ширина лісосіки (протяжність сторони перпендикулярної до лісовозного вуса), м; L – довжина лісосіки, м; K_0 – коефіцієнт, що враховує збільшення середньої віддалі трелювання в реальних умовах; $K_0 = 1,05$ – $1,25$ для рівнинної та пагорбистої місцевості; $K_0 = 1,4$ для горбистої та дуже пересіченої; $K_0 = 1,05$ – $1,15$ – при трелюванні канатними установками. Як свідчить практика, відстань трелювання для всіх схем розташування волоків буде мінімальною, якщо довжина лісосіки буде рівною її подвійній ширині ($L=2B$).

Таблиця 3.1

Значення коефіцієнтів K_1 і K_2 для розрахунку середньої відстані трелювання

Коефіцієнт	Значення коефіцієнтів при схемі розташування трелювальних волоків					
	пара- лельна	з широким фронтом відвантаження	перпен- дикулярна	діаго- нальна	раді- альна	вія- лова
K_1	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,25
K_2	0,25	0	$0,25/n^*$	0,2	0,2	0,25

* n – кількість навантажувальних пунктів

Окрім середньої відстані трелювання, до основних показників роботи первинного транспорту деревини відносяться **вантажооборот**, **вантажна робота**, **вантажонапруженість трелювальних волоків** і **коефіцієнт пробігу**.

Вантажооборотом, м^3 , окремого волока або мережі волоків у цілому називається об'єм деревини, яка перевозиться до навантажувальних пунктів.

Вантажна робота, $\text{м}^3 \cdot \text{км}$, первинного транспорту деревини визначається

кількістю кубокілометрів, які виконуються по окремому волоку або по всій мережі волоків. Вантажну роботу прийнято відображати графічно у вигляді схеми вантажопотоків пасічних або магістральних волоків.

Вантажонапруженість, ($\text{м}^3\cdot\text{км}$)/км, характеризує необхідну міцність волоків і визначається кількістю вантажної роботи, яка припадає на 1 км трелювання деревини.

5.3. Тракторне трелювання деревини

На сьогодні тракторами виконується понад 80 % основного обсягу робіт з трелювання. В Україні на тракторне трелювання припадає понад 90 %. У процесі трелювання можуть бути задіяні трактори *загального призначення, спеціальні трелювальні трактори та багатоопераційні лісозаготівельні машини* (звалювально-трелювальні, харвардери та ін.).

Трактори загального призначення (як правило сільськогосподарські трактори МТЗ-80; МТЗ-82; ЮМЗ-6М; Т-130; Т-150; ДТ-75) не мають спеціального технологічного обладнання для збору і утримання деревини під час транспортування.

Пристрій трелювальний безчокерний модернізований ПТБ-4,5 У-М виробництва Лубенського заводу «Спецліс-маш» (надалі – гідрозахват) призначений для трелювання та складування ділової деревини, хлестів, порубкових залишків під час проведення рубок головного користування та доглядів. Щелепний захват може також використовуватись для створення у насадженнях технологічних коридорів і витягування по них зрубаних дерев. При цьому прохід трактора з деревиною відбувається без пошкодження залишеної частини насаджень. Агрегатування гідрозахвату з базовим трактором класів 0.6 та 0.9 здійснюється за триточковою схемою на задньому механізмі для навішування знарядь. Робочий орган захвата має привод від власного гідроциліндра, який за допомогою рукавів високого тиску з'єднаний із гідросистемою трактора (рис. 3.7).

Трелювання деревини в цьому випадку здійснюється в незавантаженому стані – волоком (див. рис. 3.1, а). у такій послідовності: трактор з піднятим гідрозахватом та розведеними клешнями заднім ходом під'їздить до колоди так, щоб клешні зависли над окоренком на певній відстані від його торця. Далі тракторист опускає розведені клешні на окоренок, стискає його, підіймає і у напівпідвішеному стані трелює до місця складування. Якщо діаметри колод не перевищують 8–10 см трактор із гідрозахватом може трелювати по кілька колод одночасно. Спеціальні трелювальні трактори принципово відрізняються від тракторів загального призначення. Вони оснащені навісним технологічним обладнанням для збору і формування пачки дерев або стовбурів, їх розміщення і

утримання лісоматеріалів під час транспортуванні та розвантаженні. На таких тракторах двигун і кабіна винесені до переду, а задня частина звільняється для розміщення технологічного обладнання та одного кінця трельованої пачки.



Рис. 3.7. Щелепний захват в агрегаті з колісним трактором МТЗ-82

За конструкцією ходової частини трактори можуть бути гусеничними і колісними. В Україні найбільшого поширення набули гусеничні трактори з пружною (балансирною) підвіскою, що забезпечує рівніше й м'якше переміщення та покращує прохідність і маневровість трактора (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Гусеничний трелювальний трактор ТДТ-55А

Однак сьогодні для лісозаготівельного виробництва все ширше застосовують колісні трактори. Так, колісні трактори з шарнірно-зчленованою рамою характеризуються високою маневровістю, великою питомою потужністю, високими швидкостями руху (рис. 3.9). Але їх прохідність обмежена на лісосіках із низькою несучою здатністю ґрунтів, а також на глибокому снігу.



Рис. 3.9. Колісний трелювальний трактор LKT (уточнить)

Основні вимоги до трелювальних тракторів – їх висока прохідність, що забезпечує роботу практично на будь-яких лісових ґрунтах із подоланням перешкод, які зазвичай трапляються на лісосіці. Тому ходова частина трелювальних тракторів повинна мати підвищену міцність.

Трелювальні трактори складаються з базової машини і технологічного устаткування для трелювання і допоміжних робіт. Як базові на лісозаготівлях раніше і нині використовуються гусеничні трактори ТДТ-55А Онежського тракторного заводу та ТТ-4М Алтайського тракторного заводу. На їхній базі виготовлені трактори для безчокерного трелювання ТБ-1 (ТБ-1М), ЛП-18А, ЛТ-89 і ЛТ-154. Крім цього, поширені колісні трактори ЛТ-157 на базі трактора Т-150К Харківського тракторного заводу і ЛТ-171 на базі трактора "Кировец" К-703. Також у держлісгоспах з'явилися колісні трактори закордонних виробників, серед яких LKT (Словаччина) і TAF (Румунія). Подекуди використовують трелювальні трактори фірми HSM (Німеччина).

Спеціальні трелювальні трактори за навісним технологічним обладнанням поділяються на:

- трактори з чокерним обладнанням (ТДТ-55, ТДТ-55А, ТТ-4, ТТ-4М, ТЛТ-100А, ЛТ-157, LKT, TAF, HSM);
- трактори з маніпуляторним захоплювачем (для поштучного формування пачки) (ТБ-1, ТБ-1М, ЛП-18А, ЛП-18Г, форвардери);
- трактори з пачковим кліщовим захоплювачем (для трелювання заздалегідь підготовленої пачки) (ЛТ-89, ЛТ-154, ЛТ-157, ЛТ-171, LKT).

Перший тип тракторів включає однобарабанну реверсивну лебідку, вантажний пристрій з гідроприводом, тяговий канат, чокери і штовхач. Лебідка призначена для збору пачки, тобто підтягування дерев або стовбурів до трактора, навантажування кінця пачки на щит, утримання її під час транспортування і звільнення при скиданні зі щита. Навантажувальний пристрій (щит, блок, рама і гідроциліндр) слугує для піднімання на трактор кінця пачки, може бути використаний для вирівнювання відземків дерев, як упор при зборі пачки лебідкою. Для збору останньої на лісосіці використовують тяговий канат завдовжки 30–45 м діаметром 17–22 мм. Для прикріплення до нього дерев, стовбурів або сортиментів використовується чокер (відрізок каната діаметром 12–16 мм і завдовжки 1,7–2,5 м, залежно від діаметра дерев) із кільцем на одному кінці та гаком на іншому. За трактором закріплюють декілька комплектів, що складаються з 12–20 чокерів. Технологічне устаткування такого типу встановлене на гусеничних тракторах ТДТ-55А (рис. 3.10) і ТТ-4. У цьому випадку чокерування дерев чи стовбурів і відчеплення пачки виконують вручну.



Рис. 3.10. Трелювальний трактор ТДТ-55А

- 1 – під’ємно-навісне обладнання, 2 – штовхач, 3 – кабіна, 4 – воздухозаборник, 5 – пусковий двигун, 6 – лебідка, 7 – навантажувальний пристрій зі щитом, 8 – карданний вал, 9 – проміжний редуктор приводу лебідки, 10 – задній міст, 11 – ведуче колесо, 12 – гусениця, 13 – балансир, 14 – важіль підвіски, 15 – каток, 16 – кожух пружини підвіски, 17 – рама, 18 – натяжний пристрій, 19 – напрямне

(направляюче) колесо

Трактор ТЛТ-100, виконаний на базі ТДТ-55А, на відміну від ТДТ-55А має ходову систему підвищеної прохідності з пониженим тиском на ґрунт і оснащений двигуном потужністю 88 кВт.

Для безчокерного трелювання використовують маніпуляторні гідрозахоплювачі. Раніше серійно випускалися трактори з гідроманіпуляторами ТБ-1М і ЛП-18А.

Базою ТБ-1М (рис. 3.11) є трактор ТДТ-55А. До технологічного обладнання відносяться: стріловий гідроманіпулятор, грейферний захоплювач, встановлений шарнірно, затискний коник важільного типу з канатною обв'язкою дерев і бульдозерний відвал. За допомогою маніпулятора здійснюється поштучний збір дерев і формування з них пачки на конику трактора. Максимальний виліт стріли 5,5 м, вантажопідйомність на максимальному вильоті 1,3 т, маса машини 12,5 т, середнє навантаження на рейс 5 м³. Найбільш ефективне застосування трактора ТБ-1М в умовах рівнинного рельєфу при середньому об'ємі стовбура до 0,4 м³.

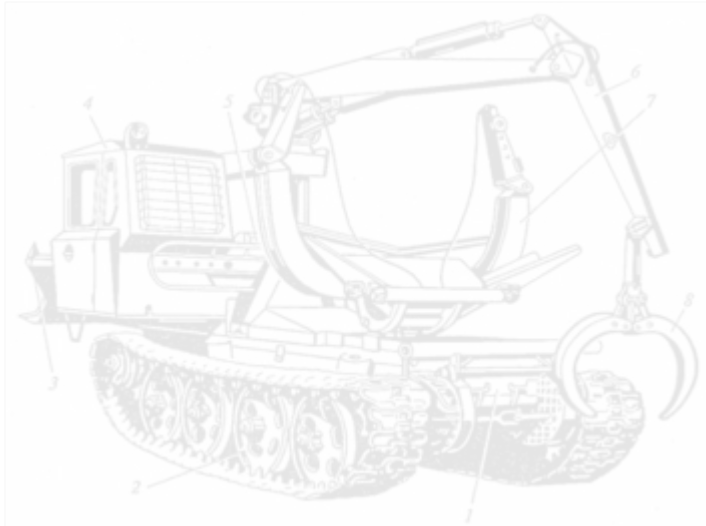


Рис. 3.11. Трелювальний трактор ТБ-1М

1 – задній міст, 2 – ходова система, 3 – штовхач, 4 – кабіна, 5 – колона, 6 – гідроманіпулятор; 7 – затискний коник; 8 – захоплювач

Для трелювання великомірної деревини використовують машину ЛП-18А (ЛП-18К) на базі трактора ТТ-4 (ТТ-4М). Машина створена для роботи на лісосіках із середнім об'ємом стовбура 0,5–0,7 м³. Придатна для освоєння заболочених лісосік у зимовий період. Трелювання дерев машинами може здійснюватись як за відземки, так і за верхівки. У разі трелювання дерев за

відземки полегшується збирання дерев на лісосіці та створюється можливість механізованого очищення пачок дерев від гілок. Зазвичай трелювання дерев за відземки застосовують у соснових насадженнях, а також на тих ділянках, де відсутній життєздатний підріст, який можна використовувати для природного відтворення деревостану. Технологічне обладнання машини складається з навантажувального пристрою (гідроманіпулятора), щита з ув'язувальним пристроєм, штовхача та гідравлічної системи. Ув'язувальний пристрій призначений для формування пачки та утримування її на машині під час руху. Канат тракторної лебідки формує петлю, яка здатна утримувати не тільки одне дерево, а й пачку. Затягування петлі здійснюється тракторною лебідкою. Щит виконує роль штовхача і може бути використаний для підрівнювання відземків та штабелювання стовбурів на навантажувальному майданчику.

Максимальний виліт стріли маніпулятора 5 м, вантажопідйомність 2 т, середнє навантаження на рейс 8 м³, маса машини 15,9 т. Технічні характеристики трелювальної безчокерної машини ЛП-18К та її модифікацій наведено в таблиці 3.2.

До машин маніпуляторного типу відносяться також форвардери. **Форвардер** (від англ. *forwarder* – перевізник, експедитор) – являє собою самозавантажувальну машину для трелювання сортиментів. Форвардери відносяться до групи самохідних дво- модульних машин. Основні вимоги до форвардерів – це підвищена прохідність, високі тягові зусилля та вантажність. Конструкція навісного технологічного обладнання форвардерів складається з навантажувального модуля у вигляді маніпулятора та вантажного модуля – транспортної платформи (візка) (рис. 3.12). Технологічне обладнання змонтовано на базі транспортної машини підвищеної прохідності з колісним або гусеничним рушієм.



Рис. 3.12. Загальний вигляд форвардера

У технологічні завдання цих машин входять наступні операції: 1 – збирання, підсортування і завантаження (поштучне або невеликими пакетами по 2–8 шт.) сортиментів на вантажну платформу; 2 – переміщення (трелювання) сортиментів до лісовозного вуса; 3 – розвантаження і штабелювання сортиментів на верхньому складі або біля лісовозного вуса; 4 – штабелювання сортиментів і за потребою завантаження лісовозного рухомого складу. Чотири пари стійок вантажного відсіку дозволяють переміщати як довгомірні (до 6 м), так і короткомірні (до 2 м) сортименти. Їхнє завантаження здійснюється гідроманіпулятором з телескопічною ланкою з вильотом грейфера до 10 м.

Сучасні форвардери (як і харвестери) в більшості випадків оснащені шести- або восьмиколісним шасі з гідростатично-механічною трансмісією, що дозволяє машині дуже м'яко долати перешкоди рельєфу. При цьому кожне колесо має свій, індивідуальний привод, що значно підвищує прохідність машини. Рама колісного форвардера складається з двох напіврам, які з'єднані між собою горизонтальними та вертикальними шарнірами.

Поворотний механізм колісного форвардера складається з одного або двох гідроциліндрів, які можуть змінювати кут складання напіврам у потрібному діапазоні значень. Стійкість форвардера під час виконання навантажувально-розвантажувальних операцій забезпечується за допомогою блокування горизонтального шарніра. За складних кліматичних умов на гумові колеса одягають гусениці або ланцюги. Більшість шин сучасних колісних форвардерів мають ширину до 60 см.

Кабіна оператора у форвадерах зазвичай жорстко закріплена на передній напіврамі трактора і є неповоротною. Поворотне тільки крісло в кабіні. Але деякі, найбільш сучасні форвадери оснащуються поворотними кабінами з системами вирівнювання крену, що значно полегшує роботу операторів при роботі на схилах та крутосхилах. Кабіна може бути встановленою як на обертовій платформі разом з маніпулятором, так і окремо. В останньому випадку вона повертається синхронно за маніпулятором. Крім того, в кабінах сучасних форвардерів додатково встановлюють кондиціонер, обігрівач та інше. Важелі управління навантажувальним маніпулятором, зазвичай, розташовуються на підлокітниках сидіння. Сидіння оператора може повертатися на 360°, що дає можливість працювати як під час руху машини вперед, так і назад. У деяких новіших моделях форвардерів повертається вся кабіна, таким чином підвищуючи комфортність роботи оператора. Майже всі моделі форвардерів можуть працювати на рубаннях головного користування, а також на рубаннях формування й оздоровлення лісів.

Гідравлічний маніпулятор на форвадері встановлюється в передній частині машини. Зазвичай це – механізм з телескопічною рукояттю, захватом та ротатором. Маніпулятор має механізм електрогідравлічного керування, яке здійснюється двома джойстиками, встановленими на підлокітниках сидіння.

У разі використання форвадера разом із харвестером продуктивність на заготівлі та транспортуванні деревини можна довести до 12 кубічних метрів деревини за годину. Всього один комплекс машин може замінити до 80 робочих, які працюють на лісосіках за звичайними технологіями, при цьому продуктивність на одного працівника збільшується у 7-8 разів.

Існуючі на ринку форвардери залежно від розміру і потужності можна поділити на чотири класи (типи) (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Типи форвардерів та їх характеристики [8 – Jori Uusitalo, 2010]

Тип машини	Колеса, шт.	Власна маса, т	Вантажопідйомність, т	Потужність двигуна, кВт	Вантажопідіймальний момент маніпулятора, кНм
Форвардери для проріджування	8	10–12	9	90	75
Універсальні форвардери	6 (8)	12–16	10–12	130	100

Форвардери для рубок головного користування	8	15–20	13–17	150	130–150
Важкі форвардери для рубок головного користування	8	20–22	18–19	200	140–160

Призначені для проріджування форвардери мають полегшену конструкцію і підвищену прохідність. У цих машинах ширина шин становить 600–700 мм і як на передніх, так і на задніх колесах можливе додаткове використання стрічкових гусениць.

Універсальні форвардери є компромісним варіантом, який забезпечує продуктивну роботу на лісосіках і головного, і проміжного користування. На рубаннях головного користування більша продуктивність досягається при використанні форвардерів, які спеціально створені для цих цілей. Однак на прорідженнях через свою масивність такі машини спричиняють значно більшу шкоду ґрунтовому покриву і ростучому деревостану, ніж універсальні та полегшені моделі. Відношення продуктивності до ціни машини також не буде оптимальним, якщо форвардери для рубань головного користування будуть задіяні переважно на операціях прорідження.

Разом з тим, як і у випадку з харвестерами, характеристики форвардерів, що застосовуються, залежать від складу і структури лісів регіону та умов контрактів, які укладаються лісозаготівельними підприємствами. Якщо у підрядника (лісозаготівельника) на території обслуговування наявно достатньо роботи тільки лише для одного форвардера, то він, найімовірніше, вибере універсальну (базову) модель.

Великі підрядні лісозаготівельні компанії, як правило, мають більше можливостей для придбання полегшених (для рубок формування насаджень), чи важких (для рубань головного користування) форвардерів, окрім універсальних типів останніх.

Машина навантажувально-транспортуюча «Онежец 350» гусеничний сортиментовоз являє собою агрегат, до складу якого входять базовий тягач та шарнірно приєднаний до нього чотирьохколісний напівпричіп із вантажною платформою та стійками на ній (рис. 3...). Машина призначена для збору, навантаження, транспортування та розвантаження сортиментів під час

переміщення їх з лісосіки на проміжний склад. Крім того, вона може бути задіяна під час виконання операцій із сортування деревини.



Рис. 26. Машина навантажувально-транспортуюча «Онежец 350»

Основні технічні характеристики сортиментовоза «Онежец 350» наведені в таблиці 7. Виготовляє машину Красноярський завод лісового машинобудування «Краслесмаш». (уточнить!) Сортиментовоз може протягом усього року використовуватись на рубках головного та проміжного користування переважно на лісосіках із пересіченим рельєфом, на дренажних і ґрунтах із низькою несучою спроможністю та на глибокій сніговій цілині.

Таблиця 7

Технічні характеристики машини лісової гусеничної навантажувально-транспортуючої «Онежец 350»

Показник	Значення показника
Марка машини	«Онежец 350»
Тип	Гусеничний сортиментовоз із колісним напівприцепом
Двигун	Д-245.2S2 (MT3)
Потужність двигуна, кВт (к.с.)	88,2 (120)
Питомі витрати пального, г/кВт.год	227
Об'єм паливного бака, л	140
Тип трансмісії	Гідростатична
Ширина гусениць, мм	600
Діапазон швидкостей руху, км/год:	

вперед	0...11,0
назад	0...11,0
Робоче гальмо	Два стрічкових гальма
Стояночне гальмо	Механічне, зв'язане з пра-вим робочим гальмом
Тиск у гідросистемі трактора, мПа	10,0
Система управління технологіч- ним обладнанням	Тросикове або електрогід-равлічне управління
Струм електроживлення	Постійний
Номинальна напруга, В	24
Генератор	Переминого струму зі вбу-дованим випрямлячем
Акумуляторна батарея	6СТ132АМ
Виробник гідроманіпулятора	АО «Велмаш»
Вантажний момент, кНм	65...90
Максимальний виліт захвата, м	8,3...10,2
Кут повороту в горизонтальній площині, град.	380
Момент повороту, кНм	1,14
Робочий орган	Грейферний захват із ротатором
Кут повороту	Повний реверс
Управління	Ергонометричний пульт керування

Машина оснащена новою кабіною, підсиленою рамою та ходовою системою підвищеної прохідності, яка досягнута за рахунок встановлення на машині більш широких гусениць, та збільшення довжини контакту гусениць із ґрунтом. Такі нововведення дозволили збільшити поперечну стійкість машини та зменшити питомий тиск рушія на ґрунт. Кабіна нової машини – одномісна, вібро- та шумоізолювана з системою нормалізації мікроклімату та з покращеною оглядовістю. Сидіння оператора – регульоване, повноповоротне. Потужні фари, встановлені по периметру даху, здатні ефективно освітлювати робочу зону, що дозволяє: використовувати трактор цілодобово.

На машині «Онежец 350» як вантажопідйомний механізм можливо використовувати гідравлічні маніпулятори заводів ВАТ «Соломбальський машиностроительный завод», АТ «Велмаш», фірм «Loglift», «Cranab», «Forestry» з ручним або тросиковим управлінням.

Навантажувально-транспортна машина ЛЗ-5 (форвадер) створена на базі гусеничного трактора ТТ-4М-04-49, який має розширену колію, подовжену поздовжню базу та переднє (перед кабіною) розміщення гідравлічного маніпулятора СФ-85Л, який оснащений повноповоротним ротатором та грейферним захватом (рис. 3...).



Рис. 27. Навантажувально-транспортна машина ЛЗ-5

Крім того, машина оснащена вантажною платформою місткістю 12 м³, штовхачем для вирівнювання та формування штабелів сортиментів, одномісною кабіною з лівобічним асиметричним розміщенням відносно поздовжньої вісі машини. Форвадер оснащений гідравлічним обладнанням, електрогідравлічною системою керування, а також телевізійною системою для покращання обзору робочих зон.

Для швидкого запуску дизельного двигуна у холодну пору року встановлено передпусковий підігрівач двигуна та отоплювач кабіни фірми Webasto. Поворотне на 180° сидіння оператора обладнане автономним підігрівом. На підлокітниках сидіння встановлені джойстики системи керування. Основні технічні характеристики машини наведені в таблиці 8.

Таблиця 8

Основні технічні характеристики
навантажувально-транспортної машини ЛЗ-5

Показник	Значення показника
Модель	ЛЗ-5
Потужність двигуна, кВт (к.с.)	95,6 (130/168)
Вантажність, т	10,0
Тягове зусилля, кН	50,0
Довжина сортиментів, м	2–6
Діапазон швидкостей руху, км/год	2,28–10,3
Дорожній просвіт (кліренс), мм	535
Гідравлічний маніпулятор	СФ-85Л

Вантажний момент маніпулятора, кНм	90
Максимальний виліт стріли, м	8,2
Кут обертання в горизонтальній площині, град	410
Момент повороту, кНм	30
Площа перерізу грейферного захвата, м²	0,35
Продуктивність, м³/ГОД	9,2
Робочий тиск у гідросистемі, МПа	67
Габаритні розміри, мм	800x3050x3950
Маса конструктивна, кг	15900

Випуск машин організовано на підприємствах відкритого акціонерного товариства «Алтайское тракторостроительное объединение».

Машина навантажувально-транспортна Амкодор 2661 (у подальшому – сортиментовоз, форвадер) призначена для збирання та транспортування в межах лісосіки, розвантаження, сортування та складування сортиментів деревини в рівнинній та слабопересіченій місцевості на ґрунтах I, II та III лісоексплуатаційних категорій при висоті снігового покриву до 80 см та температурах навколишнього середовища від -40°C до +40°C.

Сортиментовоз може використовуватися на рубках догляду та головного користування під час спільної роботи з харвестером, або під час розкрязування лісу ручними моторними інструментами (рис. 3...). Базова машина форвадера Амкодор 2661 має підвищену тягу, оснащена підігрівачем кабіни та двигуна, кондиціонером, гідравлічним маніпулятором та електрогідравлічним керуванням на джойстиках. Основні технічні характеристики машини наведені у таблиці 9.

Таблиця 9

Основні технічні характеристики машини
лісової навантажувально-транспортної Амкодор 2621

Показник	Значення показника
Двигун	Д-260.1
Потужність експлуатаційна, кВт(к.с.)	109 (148)
Довжина сортиментів, м	до 6,0
Вантажність, кг	12000
Колісна формула	6x6
Трансмсія	Гідромеханічна
Рульове керування	Шарнірно з'єднана рама з гідравлічним приводом
Шини:	
передні	30/5L-32
задні	700/50-26,5

Маса на передній міст, кг	7500
Маса на задній міст, кг	7000
Задній міст	Балансирний міст фірми NAF
Діапазон швидкостей руху, км/год:	
вперед	6,3-33
назад	6,5-21,9
Тип гідросистеми	«Load sensing» із регульованим насосом
Маса експлуатаційна, кг	14500
Дорожній просвіт, мм	500
Гідроманіпулятор	Foresteri 600-1
Підйомний момент, кНм	80
Максимальний виліт, м	8,2
Вантажність на максимальному вильоті, кг	740
Кут повороту стріли, град.	380
Габаритні розміри у транспортному положенні, мм	9100x3000x370
Висота по кабіні, мм	3590
Заправні ємності, л:	
паливний бак	190
бак гідросистеми	130

Виготовляє навантажувально-транспортну машину підприємство ВАТ «Амкодор» (рис. 29).



Рис. 29. Машина лісова навантажувально-транспортна Амкодор 2621

Трелювальні трактори для безчокерного трелювання оснащують також пачковими кліщовими захоплювачами, які за один прийом підбирають заздалегідь сформовані пачки (рис. 3.13). Під час руху трактора пачка утримується не в конику, а в самому захоплювачі.



Рис. 3.13. Гусеничний трелювальний трактор ЛТ-154

Подібне технологічне обладнання має гусеничний трелювальний трактор – ЛТ-89 на базі ТДТ-55. Технологічне обладнання складається зі стріли, кліщового захоплювача, штовхача (рис. 3.14). Максимальний виліт стріли 1,72 м, вантажопідйомність підбирача 9 т, ширина захоплення до 2,95 м, маса машини 14,8 т, найбільший об'єм пачки 10 м³.

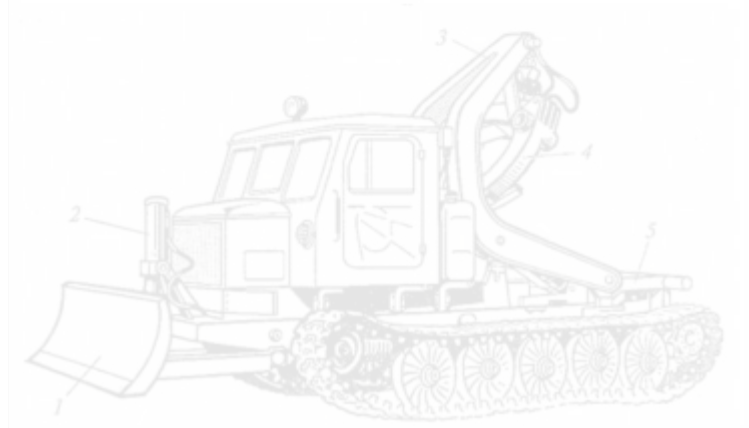


Рис. 3.14. Трелювальний трактор ЛТ-154:

1 – штовхач; 2 – гідроциліндр; 3 – стріла; 4 – захоплювач; 5 – щит

Трактор ЛТ-157 (рис. 3.15) оснащують технологічним устаткуванням для безчокерного або чокерного трелювання. У першому випадку для захоплення і трелювання пачки дерев за кабіною трактора встановлюють стрілу у вигляді арки, щит і лебідку. На верхньому кронштейні арки навішують пачковий захоплювач, який утримує пачку тяговим канатом лебідки. При використанні чокерного варіанта як навантажувальний пристрій використовують цю ж арку, але без захоплювача і кронштейна. За допомогою лебідки дерева або стовбури підтягують до трактора, кінець сформованої пачки розміщують на щиті, утримують її під час руху і звільняють пачку після скидання зі щита. Максимальний виліт стріли 1,8 м, ширина захоплення до 2,8 м, маса машини 10,2 т, найбільший об'єм пачки 6 м³.



Рис. 3.15. Колісний трелювальний трактор ЛТ-157:

1 – захоплювач; 2 – стріла захоплювача; 3 – кабіна; 4 – штовхач

Трелювання деревної сировини тракторами включає наступні основні прийоми: рух трактора без вантажу до місця набору пачки дерев або стовбурів, формування й причеплення пачки, рух із вантажем до верхнього лісоскладу і відчеплення пачки, а також додаткові – маневрування трактора, вирівнювання відземків дерев та ін. При русі трактора по лісосіці необхідно враховувати його конструктивні особливості та використовувати їх для покращення процесу трелювання. Трелювальні трактори мають п'ять швидкостей для руху вперед; основні з них – II, III і IV. Залежно від стану трелювального волока і навантаження у кожному конкретному випадку вибирають найвищу передачу. Так, при рушанні з місця і подоланні важких перешкод під час руху трактора з пачкою дерев або стовбурів прийнятна I передача.

На лісосіці трактор пересувається в основному по волоках, від стану яких значною мірою залежить швидкість пересування, тому необхідно ретельно їх підготувати з урахуванням дорожнього просвіту (кліренсу). До місця набору пачки трактор переміщується зазвичай на III–IV передачах, на важких ділянках

– із меншою швидкістю. Перед виїздом у зону звалювання тракторист повинен подати сигнал звалювальникові та отримати від нього дозвіл.

На пасіці трактор розвертають і встановлюють так, щоб забезпечити формування пачки з найменшими затратами праці і витратами часу. Трактори з чокерним технологічним обладнанням розвертають і подають заднім ходом на відстань від щита до першого стовбура або дерева 2–4 м (рис. 3...).



Рис. 3.15. Колісний трелювальний трактор ЛТ-157 із технологічним обладнанням чокерного типу

З метою впровадження еколого-безпечних технологій лісозаготівель лісогосподарськими підприємствами поступово проводиться повна заміна гусеничних трелювальних тракторів на нові, сучасні колісні європейського виробництва (рис. 3...). Колісні трактори під час роботи у лісі значно менше порушують лісовий ґрунт і рослинний покрив, що мінімізує їх негативний вплив на екосистему лісу.



Рис. 3... Трактор трелювальний BELARUS TTP-401M

Тому, як уже зазначалося раніше, все частіше на лісозаготівлях застосовуються колісні трактори компанії LKT. Компанія LKT Ltd. (Словаччина) входить до числа провідних європейських виробників колісної лісозаготівельної техніки.

Основною її діяльністю є виробництво колісних лісових тракторів потужністю 50 кВт – 120 кВт. Окрім цього, компанія використовує свої технологічні можливості для виготовлення зварних деталей для виробників землерийної, будівельної та дорожньої техніки. В Україні набули поширення моделі LKT-81 та LKT-82 цієї компанії.

Універсальний лісогосподарський трактор LKT-81 ITL (рис. 3.16) призначений для чокерного і безчокерного трелювання з можливістю роботи в режимі форвардера із застосуванням активного причіпа-сортиментовоза. На маніпуляторі можна встановлювати звалювальну харвестерну головку ARBRO 400 S. Трактор LKT 81 ITL можна використовувати як лісогосподарську машину – для розчищення лісосік, догляду за лісовими ділянками, створення протипожежних смуг. Трактор LKT-81 ITL оснащений 4-циліндровим дизельним двигуном JCB із турбонадувом потужністю 85 кВт. Трансмісія гідромеханічна, з можливістю переключення передач під навантаженням: 6 швидкостей вперед, 4 швидкості назад, телескопічні карданні вали. Лебідка двобарабанна з гідроприводом, електрогідравлічним управлінням, тягове зусилля по 80 кН на кожен барабан (діаметр каната 13 мм, довжина 70 м). робоче місце оператора повертається на 180°. Рама шарнірно-зчленована, управляється двома гідроциліндрами. Маса трактора 7800 кг.

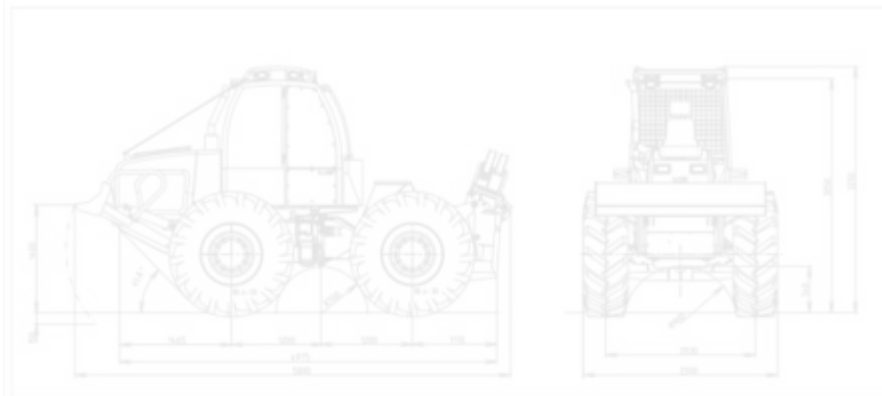


Рис. 3.16. Колісний трелювальний трактор LKT-81 ITL

Трелювальний трактор LKT-82 (рис. 3.17) також призначений для чокерного і безчокерного трелювання, вивезення сотриментів у режимі форвардера із застосуванням активного причіпа-сортиментовоза. Може працювати на лісгосподарських і протипожежних роботах.



Рис. 3.17. Колісний трелювальний трактор LKT-82

Основні характеристики аналогічні з трактором LKT-81, однак LKT-82 оснащений потужнішим 4-циліндровим, дизельним 4-тактним двигуном IVECO з турбонаддувом, потужністю 94 кВт. На маніпуляторі також можна встановлювати звалювальну харвестерну головку.

Трансмісія гідростатична з механічною 2-ступеневою роздавальною коробкою з аксіально-поршневим регульованим насосом з електрогідравлічним управлінням передачами, телескопічними карданами.

Двобарабанна лебідка аналогічна до трактора LKT-81 (2x80 кН, діаметр каната 13 мм, довжина 70 м), за бажанням замовника може бути 2x10 кН, діаметр троса 13 мм, довжина 2x120 мм. Маса трактора 7650 кг.

На замовлення обидві моделі тракторів можуть додатково бути обладнані затискним коником (щелепним захоплювачем) на задньому трелювальному щиті і гідроманіпулятором (EPSILON M 80 R 72 для LKT-81 та EPSILON M 90 R 72 для LKT-82); дистанційним управлінням руху трактора, лебідки і заднього щита TERRA FUNK FA7; пачковим захоплювачем; гідрозахоплювачем на передньому відвалі; причіпним візком-сортиментовозом вантажопідйомністю 13 або 14 т.

Для роботи у північних умовах можливо встановити електричний підігрів гідробака, масляного картера двигуна та паливного бака двигуна.

За вибором трактори можна оснащувати харвестерною головою, дводисковою лісовою фрезою або відвалом для збирання гілля, порубкових залишків та розчищення протипожежних смуг.

До чокерного обладнання відносять: *лебідку, навантажувальний пристрій (щит) із гідравлічним приводом, тяговий канат і чокери* (рис. 3.18).

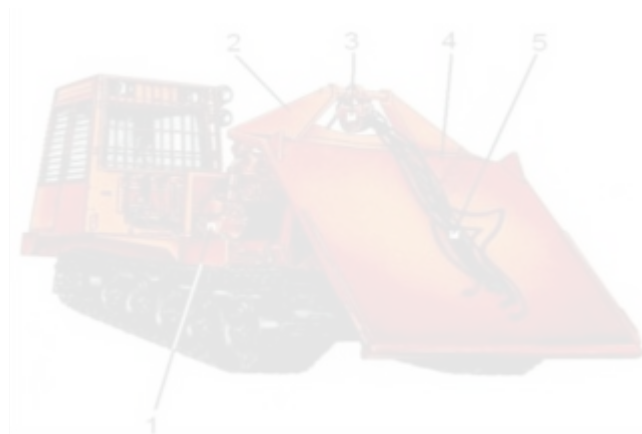


Рис. 3.18. Тросо-чокерне обладнання трактора ТТ-4М:
1 – лебідка; 2 – щока щита; 3 – блок; 4 – щит; 5 – комплект чокерів

За допомогою чокерів стовбури (дерева) чіпляють до тягового каната або гака трактора (рис.3.19). Стандартні чокери, згідно з галузевим стандартом ІЗ-20-73 "Чокери трелювальні", виготовляють штамповано-зварними з клиновим укріпленням каната.



Рис. 3.19. Кріплення чокера на стовбурі:

1 – колода; 2 – пристосування для створення удавної петлі; 3 – чокер

Найчастіше як пристосування для створення удавної петлі використовують чокерні крюки. Ці крюки мають різну конструкцію і виготовляються як на промислових підприємствах, так і в майстернях лісових господарств. Деякі з таких крюків зображені на рисунку 3.20.



Рис. 3.20. Крюки та кільця чокерів:

a, б – плоскі крюки; в – плоский крюк із широким вічком; г – крюк із круглого прутка; д – крюк і кільце стандартного чокера; е – кільце чокера; ж – кований крюк; з, и – втулки канадського чокера

Чокери випускають трьох типів. Чокери першого (I) типу застосовують при трелюванні тракторами ТДТ-55А у насадженнях з об'ємом дерев до 0,5 м³, другого (II) – у разі трелювання тракторами ТТ-4 (ТТ-4М) у насадженнях з об'ємом дерев до 1 м³, та третього (III) типу – з об'ємом дерев більше 1 м³. Технічна характеристика стандартних чокерів наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Технічна характеристика стандартних чокерів

Тип	I	II	III
Маса арматури одного комплекту, кг	1,9	2,7	3,5
Діаметр каната, мм	12–14	12,5–15,5	16–17,5
Зусилля на розтяг, кН	55	80	100

Довжину чокерного каната визначають за формулою:

$$l_v = l_{\text{п}} + l_{\text{в}} + 2l_{\text{з}} \quad (4.2)$$

де: $l_{\text{п}} = \pi d_c$ – довжина канатної петлі, що охоплює стовбур, м; d_c – розрахунковий діаметр стовбура, м; $l_{\text{в}}$ – довжина вільного кінця каната, м; $l_{\text{з}}$ – довжина забивки каната в кільце або в гак, м.

Зазвичай довжина чокера становить 1,7 – 2,5 м. За трактором закріплюють три комплекти чокерів, кожен з яких складається із 12 – 20 чокерів. Довжина тягового каната – 30 – 45 м діаметром 17 – 22 мм.

Формування пачки чокерним технологічним обладнанням включає три прийоми: відтягування каната, чокерування (причеплення) дерев або стовбурів і збір їх лебідкою з одночасним підтягуванням. Канат розмотують із барабана за допомогою лебідки. Включаючи її на 2 – 3 с, тракторист полегшує відтягування каната. Стовбури чокерують за верхівки на відстані 0,7 – 1,2 м від зрізу. Для запобігання зісковзуванню чокерів на верхівках стовбурів залишають збивачки з двох-трьох гілок довжиною 2 – 3 см на відстані 0,2 – 0,4 м від верхнього зрізу. Тонкі та гладкі верхівки зачіпають подвійною петлею.

При трелюванні дерев за відземки їх чокерують на відстані 0,5 – 0,7 м від відземкового торця. Під час трелювання за відземки для відведення стовбура від наявного пня гак чокера чіпляють до стовбура зі зворотного рухові боку, що забезпечує розвертання його при натягуванні каната. Для полегшення відчеплення чокер зачіпляють так, щоб отвір гака був обернений назовні від стовбура. Стовбури або дерева (особливо дрібні), які розміщені близько один від одного, зачіпляють одним чокером.

Під час формування пачки лебідкою необхідно стежити за тим, щоб не було саморозчіплювання чокерів, заклинювання хлестів між пнями або упору окоренків у пні. Для перетаскування дерев через пні крюк чокера зачіплюють з протилежного боку колоди (рис. 3.21). При такому способі чокерування під час натягування троса колода перекотиться через пень.

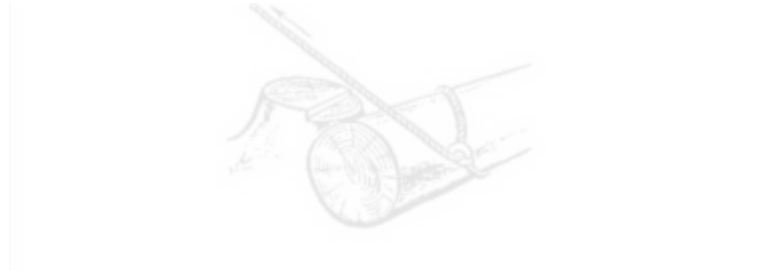


Рис. 3.21. Чокерування дерева з метою перекидання його через пені

Для формування пачки деревини кінець тягового троса, на якому закріплене стопорне розрізне кільце, протягують через кільця чокерів із наступним замиканням. Чокерування може здійснюватись або послідовним способом, або зигзагоподібним (рис. 3.22). Далі вмикається лебідка трактора і починається збирання пачки та підтягування її до трактора.



Рис. 3.22. Способи чокерування хлестів: а – послідовний; б – зигзагоподібний; 1 – трактор трелювальний; 2 – трос тяговий; 3 – хлист; 4 – чокер; 5 – кільце стопорне

При використанні тракторів з чокерним обладнанням під час трелювання вершиною вперед поздовжня вісь трактора повинна по можливості збігатися з напрямом руху каната лебідки; в цьому випадку полегшується формування пачки і краще зберігається життєздатний підріст. Якщо дерева трелюють відземками вперед, трактор встановлюють під кутом $50 - 60^\circ$ до напрямку підтягування для того, щоб відземок не впирався пні під час формування пачки. Встановивши трактор, тракторист опускає щит.

Для запобігання підвищеному зношуванню тягового каната ширина стрічки (для уникнення різких перегинів каната), з якої збирають стовбури, не повинна перевищувати 6 – 8 м (рис. 3.23)

Якщо стовбури розташовані з правого боку від тягового каната по

відношенню до напрямку збору пачки, правою рукою захоплюють чокер біля основи гака, підводять його під стовбур з боку каната і приймають з другого боку лівою рукою. Витягнувши назовні та утримуючи лівою рукою гак, правою заводять канат чокара в отвір гака і переміщенням кільця по тяговому канату у бік трактора створюють натяг чокара. Якщо стовбури або дерева розташовані з лівого боку від тягового каната, чокаром охоплюють стовбур з протилежної до канату сторони. Правою рукою підводять гак під стовбур, беруть його лівою рукою, витягають назовні і з'єднують з чокаром.

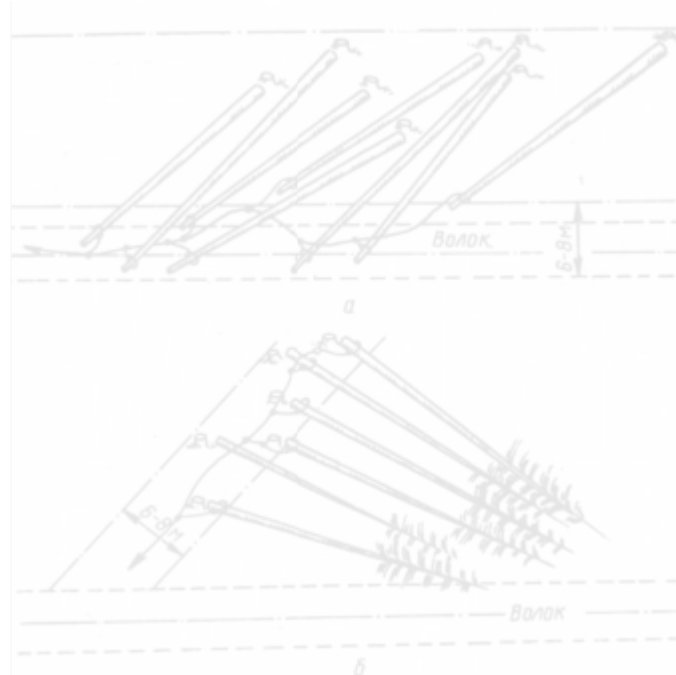


Рис. 3.23. Схеми роботи трактора при набиранні пачки:
а – за вершини; б – за відземки

Під час затягування пачки деревини на навантажувальний щит, тракторист ставить ручку гідророзподільника в плаваюче положення, і щит з вантажем піднімається не гідроприводом (що правилами експлуатації трактора заборонено), а лебідкою. Пачку на щиті необхідно укладати таким чином, щоб верхівки чи відземки дерев знаходилися на конику (перегині) навантажувального щита. В іншому випадку суттєво ускладнюється повертання трактора з вантажем, а на важких ділянках волока можливе відривання передньої частини гусениць трактора від землі. Після укладання пачки

деревинної сировини на щит лебідку загальмовують.

У випадку, якщо під час трелювання тягове зусилля є недостатнім, трелювальний трактор скидає пачку і переміщується вперед на 10 – 15 м, опускає щит і підтягує її лебідкою. На верхньому лісоскладі або навантажувальному пункті пачку розвантажують зі щита, відчіплюють і за допомогою лебідки витягують з-під неї чокери.

При безчокерному трелюванні трактори ставлять таким чином, щоб з однієї стоянки захопити якомога більшу кількість дерев. Пересуваючись до місця стоянки, трактор розосереджує повалені дерева і стовбури бульдозером або маніпулятором. Трактори ТБ-1 і ЛП-18А формують пачки маніпулятором (рис. 3.24). Оператор підводить захоплювач до дерева (або стовбура), затискає його, укладає на коника і закріплює канатною петлею обв'язувального пристрою (в ЛП-18А).



Рис. 3.24. Збирання пачки деревини на лісосіці машиною ТБ-1МА-15

Можливі два способи укладання відземка дерева на коник: підтягуванням або перекиданням (рис. 3.25). При підтягуванні дерева відземок повинен знаходитися позаду коника або виступати за нього на відстань не більше 0,5 м, при перекиданні – на відстань 0,6 – 1,2 м попереду коника. Зібравши дерева або стовбури на першій стоянці, коник закривають і переміщують трактор до наступної стоянки.

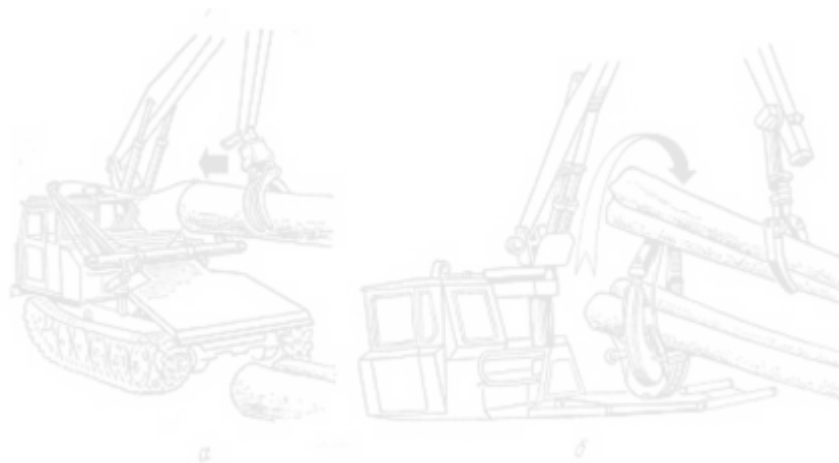


Рис. 3.25. Формування пачки тракторами ЛП-18А і ТБ-1:
а – способом підтягування; б – способом перекидання

При трелюванні тракторами ТБ-1 і ЛП-18А в ручному відчепленні немає необхідності: відкривають коник або ослаблюють обв'язувальну петлю на конику, і трактор виїздить з-під пачки, залишаючи її на майданчику або в штабелі. Перед відвантажуванням на лісовозний транспорт відземки вирівнюють щитом або штовхачем.

Трактор із пачковим кліщовим захоплювачем під'їжджає заднім ходом до пачки, сформованої звалювально-пакувальною машиною, і захоплює її за відземки.

При трелюванні тракторами без технологічного обладнання пачки дерев або стовбурів формують двома способами: безпосереднім збиранням трактором зачокерованих стовбурів на гак або за допомогою спеціального збирального каната, на який надягають кільця чокерів зі стовбурами.

Спеціальний колісний трактор ТЛ-30 розроблений спеціалістами Харківського заводу транспортного машинобудування ім. В.А.Малишева в порядку реалізації конверсійних програм. Трактор тягового класу 0,9 призначений для виконання комплексу лісгосподарських робіт, а також робіт у сільському та комунальному господарствах (рис. 3.26). Трактор має шарнірно з'єднану раму, що дозволяє виконувати повороти шляхом зміни кута між поздовжніми вісями передньої та задньої секцій. Колісна його формула – 4x4 (тобто всі чотири колеса рушія – приводні). На тракторі встановлено чотиритактний дизельний двигун повітряного охолодження потужністю 22 кВт (30 к.с.). Коробка передач – механічна, 10-ти швидкісна. Діапазон швидкостей руху трактора – від 0,6 до 25,0 км/год. До технологічного трелювального

обладнання входять трелювальна лебідка 4, щит 3, штовхач 7 та каркас безпеки 6 із захисною сіткою заднього вікна.



Рис. 3.26. Колісний трелювальний трактор ТЛ-30:

1 – щит трелювальний; 2 – обмежувач колод; 3 – блок; 4 – лебідка; 5 – трактор базовий; 6 – каркас безпеки; 7 – штовхач

Завод ім. В.А Малишева виготовив партію тракторів ТЛ-30, які передані в деякі лісові господарства України для участі в проведенні тривалих експлуатаційних випробувань.

5.3.1. Визначення рейсового навантаження трелювального трактора

Об'єм пачки дерев чи стовбурів, який трелюється трактором, повинен відповідати силі тяги на гаку, силі тяги трактора по зчепленню, тяговому зусиллю лебідки і допустимому навантаженню на щит трактора (допустимій вантажопідйомності). Ці дані беруться з технічної характеристики трелювальної машини. Схема для розрахунку навантаження на рейс трелювального трактора наведена на рис. 3.27. Під час трелювання деревини на трактор діє сила тяги F_T і сила опору руху F_{op} . Сила тяги створюється двигуном трелювального трактора. За місцем прикладення розрізняють дотичну силу тяги і силу тяги на гаку F_{Tg} . Дотична сила тяги F_{Td} прикладена в точках дотику ведучих коліс (гусеничного рушія) з волоком і направлена в бік руху машини. Сила тяги на гаку F_{Tg} прикладена в місці зчеплення з вантажем або причепом. Вона менша від дотичної на величину сила опору руху F_{op} трелювальної машини:

$$F_{Tg} = F_{Td} - F_{op} \quad (1)$$

Сила опору руху під час трелювання залежить від маси тягової машини, маси вантажу у вигляді пакета лісоматеріалів Q і від ухилу під час руху по волоку. Основний опір, що виникає під час руху трактора і вантажу, залежить від прийнятих способів трелювання: волоком, у напівнавантаженому стані, у навантаженому (на причепі або на машині), у напівпідвісному або підвісному положенні.



Рис. 3.27. Схема для розрахунку корисного навантаження на рейс трелювального трактора

Основний опір руху трелювального трактора можна визначити за формулою:

$$W_T = (G + KQ)\mu_T, \quad (2)$$

де K – коефіцієнт розподілу ваги пачки, що трелюється, між трактором і волоком; $K = L_0/LK = L_0/L$ розподілу ваги пачки, що трелюється, між трактором і волоком (тут L_0 – віддаль від центра ваги вантажу до його заднього кінця; L – загальна довжина пакета лісоматеріалів, що переміщається); при трелюванні волоком $K = 0$; при напівнавантаженому або напівпідвісному положенні, при трелюванні за вершини $K = 0,25 \dots 0,35$; за відземки $K = 0,5 \dots 0,6$; μ_T – коефіцієнт основного питомого опору руху трактора (табл. 3...).

Основний опір руху пакета при трелюванні розраховують за формулою:

$$W_B = Q(1 - K)\mu_B \quad (3)$$

де μ_B – коефіцієнт основного питомого опору руху вантажу, кН/т; при трелюванні влітку $\mu_B = 4,5 \dots 6$; при трелюванні взимку – 3–3,5; у випадку глибокого пухкого снігу або м'якого липкого ґрунту – 8–9.

Таблиця 3.5

Основний питомий опір руху трелювальних машин

Стан волока	Значення μ_T , кН/т, для тракторів			
	гусеничних		колісних	
	зима	літо	зима	літо
Щільний, вкатаний волок	1,0–1,3	0,8–1,3	0,35–0,4	0,7–0,8
Невкатаний волок	–	1,5–1,8	–	1,0–2,5
Болотистий волок по м'якому ґрунту	–	2,0–2,6	–	–
Волок по пухкому глибокому снігу	2,0–2,6	–	–	–

Під час руху трелювального трактора по волоку, прокладеному під певним кутом до горизонту, виникає додатковий опір від ухилу волока.

За кута нахилу волока основний опір руху ділять на дві складові: у напрямку волока і перпендикулярно волоку. Тоді:

$$W_1 = (W_T + W_B) \sin \alpha \quad (4)$$

$$W_2 = (W_T + W_B) \cos \alpha \quad (5)$$

За невеликого ухилу на волоці $\sin \alpha = \tan \alpha = i$, де i – величина ухилу в тисячних.

Тоді додатковий опір від ухилу волока $W_i = W_2$

$$W_i = (W_T + W_B) g i \quad (6)$$

де g – прискорення вільного падіння.

Питомий опір руху від ухилу (кН/т):

$$\mu_t = W_t / \sum G = g_i \quad (7)$$

де $\sum G$ – маса трактора і вантажу,

Числове значення питомого опору руху від ухилу волока рівне величині ухилу в тисячних, помноженій на прискорення вільного падіння.

У разі рівномірного руху трактора і вантажу під час трелювання:

$$F_k = W_T + W_B + W_t \quad (8)$$

Після підстановок і перетворень отримаємо формулу для розрахунку об'єму пакета лісоматеріалів, що трелюється трактором, виходячи із рівняння рівномірного руху трактора, яке з урахуванням величини ухилу волока матиме наступний вигляд:

$$F_k = G[(\mu_T + \mu_t)\cos\alpha \pm \sin\alpha] + QK[(\mu_T + \mu_t)\cos\alpha \pm \sin\alpha] + Q(1 - K)[(\mu_B + \mu_t)\cos\alpha \pm \sin\alpha], \quad (9)$$

де F_k – дотична сила тяги; G – маса трактора; α – кут відхилення волока

від горизонталі; Q – маса пачки деревини, що трелюється; μ_T – коефіцієнт

основного питомого опору руху трактора; μ_B – коефіцієнт основного

питомого опору руху вантажу; K – коефіцієнт розподілу ваги пачки, що трелюється, між трактором і волоком.

Виходячи з рівняння рівномірного руху, вага пачки деревини, що трелюється, рівна:

$$Q = \frac{F_k - G[(\mu_T + \mu_t)\cos\alpha \pm \sin\alpha]}{K[(\mu_T + \mu_t)\cos\alpha \pm \sin\alpha] + (1 - K)[(\mu_B + \mu_t)\cos\alpha \pm \sin\alpha]} \quad (10)$$

Значення коефіцієнта розподілу ваги пачки деревини, що трелюється, між трактором і волоком під час трелюванні пачки у напівнавантаженому стані наведено в таблиці 4.5. Коефіцієнт K показує частку ваги пачки, яка припадає на трактор.

Таблиця 3.6

Значення коефіцієнта K при трелюванні пачки у напівнавантаженому стані

Об'єм стовбура м ³	Значення K при трелюванні	
	за вершинки	за відземки

0,2	0,39	0,72
0,4	0,26	0,65
0,6	0,23	0,64
0,8 і більше	0,23	0,63

[В.Г. Кочегаров, Л.Г. Федяєв, І.А. Лавров, 1970].

Під час трелювання волоком без піднімання передньої частини пачки, що трелюється, $K = 0, K = 0$.

Величина розрахункової сили тяги трактора перевіряється по зчепленню ходових рушіїв трактора з ґрунтом. Сила тяги по зчепленню:

$$F_{23} F_2 = G_{23} \mu_1 G_{23} \mu_1,$$

(11)

де G_{23} – зчіпна вага трактора, Н; $\mu_1 \mu_1$ – коефіцієнт зчеплення ходових рушіїв трактора з ґрунтом (для гусеничних тракторів влітку $\mu_1 = 0,4 \dots 0,8$; взимку – $\mu_1 = 0,3 \dots 0,5$; для колісних тракторів влітку – $0,3 \dots 0,6$; взимку – $0,3$).

У разі, коли

(12)

тоді

(13)

Умова відсутності обмеження по зчепленню

$$F_{23} > F_2 F_{23} > F_2$$

(14)

Якщо ця умова не виконується, то для визначення ваги пачки деревини, що трелюється у формулу (10) замість $F_k F_k$ підставляють $F_{23} F_{23}$.

Для випадку, коли пачка лісоматеріалів трелюється в напівзавантаженому положенні, її вага може обмежуватися вантажопідйомністю трактора. У такому випадку найбільша вага пачки деревини, що трелюється, визначається за формулою:

$$Q \leq \frac{q}{k} Q \leq \frac{q}{k}, \quad (15)$$

де q – вантажопідйомність трактора, Н.

Вага пачки деревини, що трелюється, обмежується також величиною тягового зусилля лебідки:

$$Q \leq \frac{F_d}{\mu_B \cos \alpha + \sin \alpha} Q \leq \frac{F_d}{\mu_B \cos \alpha + \sin \alpha}, \quad (16)$$

де, F_d – тягове зусилля лебідки трактора, Н.

За розрахункове рейсове навантаження (вага пачки) приймається найменша вага пачки, визначена за формулами (10), (15) і (16).

Об'єм пачки деревини, що трелюється у м³ може бути визначений за формулою:

$$V_g = \frac{Q - Q_{кр}}{\rho}, \quad M = \frac{Q - Q_{кр}}{\gamma}, \quad (17)$$

де, $Q_{кр}$ – вага крони, яка складає приблизно від 0,15 до 0,30 від загальної ваги пачки; ρ – об'ємна вага деревини, Н/м³.

5.3.2. Розрахункова продуктивність трелювальних тракторів

Змінна продуктивність (м³) трелювальних тракторів визначається за формулою:

$$\Pi_{зм} = \frac{(T - t_{пз}) \cdot c_t \cdot Q}{\sum t}, \quad (4.11)$$

де T – тривалість зміни, с; $t_{пз}$ – час на виконання підготовчо-заклучних робіт, с, $t_{пз} = 2040$ с для чокерних трелювальних машин, $t_{пз} = 3000$ с для безчокерних трелювальних машин; c_t – коефіцієнт використання робочого часу, $c_t = 0,85-0,9$; Q – середній об'єм пачки, що трелюється машиною, м³; $\sum t$ – тривалість одного рейсу (циклу переміщення однієї пачки);

$$\sum t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (4.12)$$

де t_1 – час переміщення трелювального трактора у вантажному напрямку, с; t_2 – час переміщення трактора в порожняковому напрямку, включно з розворотами на майданчику та лісосіці, с; t_3 – час завантаження трелювального трактора на лісосіці, с; t_4 – час розвантаження машини на навантажувальному пункті, с.

$$t_1 = \frac{L_{сеп}}{V_p}, \quad (4.13)$$

$$t_2 = \frac{L_{сеп}}{V_x}, \quad (4.14)$$

де $l_{\text{сер}}$ – середня віддаль трелювання, м; V_p , V_t – середня швидкість руху трелювальної машини, відповідно, у вантажному (робочому) та порожняковому (холостому) напрямках, м/с.

Значення показників t_3 , t_4 (с/рейс) залежить від способу формування пачки (чокерним обладнанням, пачковими захоплювачами, стріловими маніпуляторами).

Значення t_3 , t_4 для чокерних тракторів можна визначити за такими емпіричними залежностями:

$$t_3 = 60 \left(a_4 + b_4 * n + \frac{175 * Q}{A} \right); \quad (4.15)$$

$$t_4 = 60 (a_0 + b_0 * n + 0.5 * Q), \quad (4.16)$$

де n – середня кількість дерев (стовбурів) у пачці, шт; A – ліквідний запас деревини на 1 га лісосіки, м³; a_4, b_4, a_0, b_0 – постійні емпіричні коефіцієнти, значення яких становлять: для трактора ТДТ-55 $a_4 = 4,4$; $a_0 = 0,6$; $b_4 = 0,4$; $b_0 = 0,06$; для трактора ТТ-4 $a_4 = 5,0$; $a_0 = 1,6$; $b_4 = 0,4$; $b_0 = 0,06$.

$$n = \frac{Q}{q_{\text{ст}}}, \quad (4.17)$$

де $q_{\text{ст}}$ – середній об'єм стовбура, м³.

Для трелювальних машин, які оснащені маніпуляторами і кліщовими затискачами для пачкового трелювання деревини значення t_3 визначається за формулою:

$$t_3 = t_d * n = t_d * Q \frac{1}{q_{\text{ст}}}, \text{ с}, \quad (4.18)$$

де t_d – час, що витрачається на вкладання одного дерева в пакет, с.

Для трелювальної машини ТБ-1 при наборі із пачки, вкленої на землю $t_d = 21 - 23$ с, при наборі пачки від звалювальника – 50 – 54 с; при наборі пачки трелювальною машиною ЛП-18 час t_d збільшується на 30 – 35 % по

відношенню до аналогічного при наборі пачки трелювальною машиною ТБ-1. Час на розвантаження для трелювальних машин із кліщовим затискачем у середньому складає 12 – 18 с, а з урахуванням розвертання машини на лісонавантажувальному пункті – 20 – 25 с.

При наборі пачки трелювальні трактори змушені переїжджати з однієї стоянки на іншу. Ці витрати часу складають у середньому 5 – 8 с на 1 м³ деревини, що трелюється. Для трелювальних тракторів з пачковим кліщовим захоплювачем $t_3 = 130 - 150$ с, $t_4 = 30 - 40$ с. Для колісних тракторів із чокерним трелювальним обладнанням при середньому об'ємі стовбура 0,5 м³ і більше час t_3 визначають за формулою (4.18), час на підбір одного дерева $t_4 = 130 - 150$ с, а час на відчіплення зтрелюваної пачки $t_4 = 35 - 45$ с.

Розрахунок змінної продуктивності форвардера при 8-годинній робочій зміні

Змінна продуктивність форвардера, (м³) визначається за формулою:

$$P_{cm} = (8 - K_n) \cdot P_p, \text{ м}^3, \quad (6)$$

де K_n – коефіцієнт, що регламентує простой (1,48 г); P_p – розрахункова годинна продуктивність, м³/г.

Розрахункова годинна продуктивність:

$$P_p = \frac{3600 \cdot M_n \cdot \phi}{T_{ц}}, \text{ м}^3/\text{г}, \quad (7)$$

де M_n – об'єм трелюваної пачки, м³, (8–12 м³); ϕ – коефіцієнт використання робочого часу, (0,8–0,9); $T_{ц}$ – час циклу трелювання лісу форвардерами, с:

$$T_{ц} = 2 \cdot (t_{дв} + t_{сб.шт}), \text{ с}, \quad (8)$$

де $t_{дв}$ – час на пересування форвардера за один рейс, с; $t_{сб.шт}$ – час на збір та штабелювання сортиментів за один рейс, с.

$$T_{ц} = 2 \cdot \left(\frac{L_{ср} \cdot K_m}{V_{форвар}} + \frac{t_{ц} \cdot M_n}{V_c \cdot n} \right), \text{ с}, \quad (9)$$

де $L_{ср}$ – середня відстань трелювання, м; K_m – коефіцієнт, враховуючий час маневрів форвардера ($K_m=1,2$); $t_{ц}$ – час одного циклу захвату сортименту грейфером, перенесення та укладання його на вантажну платформу чи в

штабель, (15с); M_d – об'єм трельованої пачки (8–12 м³); $V_{\text{форвард}}$ – час руху форвардера, м/с (0,84–3,08); V_c – середній об'єм сортимента, м³; n – кількість сортиментів у захваті грейфера (1–8 шт.).

5.4. Трельовання деревини канатними установками

Канатні трельовальні установки (КТУ), зазвичай, застосовують в умовах перезволожених ґрунтів і надто пересіченої місцевості (пагорбистої або гірської). Лісосіки в таких місцях важкодоступні чи зовсім непрохідні для трельовальних тракторів. За таких умов застосування канатних установок не тільки доцільне, а й у багатьох випадках незамінне. На заболочених лісосіках можливе і бажане проведення лісосічних робіт у зимовий період, коли вплив вологості ґрунтів незначний. Проте це призводить до яскраво вираженої сезонності робіт не лише на вивезенні, а й на заготівлі лісу.

У складнопрохідних або непрохідних для трельовальних тракторів умовах технологічні операції звалювання дерев, обрізання гілок і розкрязування (якщо передбачається трельовання напівствобурів або сортиментів) можуть виконуватися за допомогою ручних моторних інструментів, і можливість проведення лісосічних робіт лімітуватиметься в основному можливістю здійснення операції трельовання деревини.

Для канатних трельовальних установок характерна передача тягового зусилля на значні відстані. При цьому привідна установка залишається на місці, а зусилля передається з допомогою канатної тяги. Основними вузлами КТУ є *щогли, канатоблочне обладнання, лебідка і вантажна каретка* (тільки в установок з несучим канатом), до якої за допомогою чокерів кріпляться лісоматеріали.

У практиці розроблення лісосік набули поширення канатно-трельовальні установки різних видів: непідвісні й напівпідвісні установки з несучими канатами і без них, дротяні та канатні лісоспуски, підвісні установки різноманітних систем – однопрогінні та багатопрогінні.

Канатно-підвісні трельовальні установки можна класифікувати за наступними ознаками:

- за способом переміщення лісоматеріалів;
- кількістю прогонів;
- за призначенням (виконуваними технологічними операціями);
- за розміщенням привідної станції;
- за конструкцією.

Трельовання деревини канатними установками може виконуватися *волоком, напівпідвісним і підвісним способами*. Вибір способу трельовання залежить від рельєфу місцевості, ґрунтово-земляних умов, обладнання, що використовується тощо. При трельованні деревини волоком застосовують

найпростішу однощоглову установку, а при трелюванні півпідвісним способом – канатні установки.

За кількістю прогонів канатно-підвісні установки поділяються на одно- і багатопротинні, які використовують для підвісного способу трелювання. Останні оснащуються проміжними опорами.

За призначенням канатні установки поділяються на трелювально-транспортні, транспортні і короткодистанційні.

Трелювально-транспортні установки оснащуються несучим та тягово-вантажопідіймальним канатами, забезпечують підтрелювання деревини до несучого каната з відстані до 50 м і підвісне чи напівпідвісне транспортування (спуск) деревини на відстань до 1200 м.

До недавня найпоширенішими серед такого типу були стаціонарні установки ЛЛ-26А, ЛЛ-26Б, ЛЛ-26В, ЛЛ-33.

Транспортні канатні установки призначені для переміщення стовбурів або сортиментів (у повністю підвішеному стані) з лісосік на верхній склад. За їх допомогою можна також навантажувати деревину на лісовозний транспорт безпосередньо з несучого каната. При трелюванні сортиментів можна використовувати одну секцію, при цьому вантажопідіймальна сила знижується в два рази.

Напівпідвісні короткодистанційні канатні установки використовують для трелювання деревини від пня до лісовозної дороги або волока при відвантаженні на лісоавтопотяг. На відміну від підвісних систем, при переміщенні такими установками у підвішеному стані знаходиться лише передня частина стовбурів (сортиментів чи півстовбурів), а задня – волочиться по землі. З цієї групи найбільше поширення отримали ЛЛ-25 (на заміну СТУ-ЗС), ЛЛ-33, МЛ-43, LARIX 550, LARIX-ЗТ, KOLLER.

За розміщенням привідної станції канатно-підвісні установки поділяють на **стаціонарні та мобільні**.

За конструкцією розрізняють трелювальні канатні установки **з несучим канатом і без несучого каната**.

Широке використання канатних установок різної конструкції для трелювання деревини стало можливим після початку масового застосування лебідок у лісовій промисловості. Першими установками з канатною тягою стали установки для наземного трелювання деревини лебідками. Проте вони не знайшли широкого застосування, оскільки переміщення деревини по ґрунтовому покриттю лісосік було пов'язане з подоланням великого опору переміщенню та руйнування ґрунтового покриття і пошкодженень підросту. (Дати оцінку!)

Установки без несучого каната (як правило однощоглові), застосовуються в

основному в заболоченій місцевості при трелюванні дерев або стовбурів волоком (рис. 3.28). Установка складається з лебідки, щогли з дерева, що росте, або штучної, яка кріпиться розтяжками, і кінцевих напрямних блоків.

При їх роботі основну частину шляху пачка повністю тягнеться по поверхні, над якою вона рухається, а на відстані 50 – 60 м від щогли (залежно від висоти останньої) передня її частина дещо припіднімається над опорною поверхнею, що дає змогу зменшити опір переміщенню такої.



Рис. 3.28. Схема однощоголової установки для трелювання:

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

Напівпідвісні установки, у яких частину ваги транспортованої пачки лісоматеріалів перебирає на себе тяговий або несучий канат, виявилися прийнятнішими, оскільки переміщення пачок у напівпідвішеному стані менше пошкоджує ґрунтовий покрив, істотно зменшується опір переміщенню, окрім того, створюються умови для розширення площі збору деревини на лісосіці (рис. 3.29). Напівпідвісні установки можуть бути без несучого каната і з несучим канатом.



Рис. 3.29. Схема напівпідвісної канатної трелювальної установки з несучим

канатом: 1 – тильна щогла; 2 – несучий канат; 3 – вантажна каретка; 4 – головна щогла

Трелювання деревини в підвішеному стані є раціональнішим з точки зору зменшення опору переміщенню і впливу на ґрунтовий покрив лісосіки порівняно з непідвісним і напівпідвісним трелюваннями. На підвісних установках вага вантажу, що транспортується, повністю передається несучому канату. Підвішування несучого каната на достатній висоті усуває вплив мікрорельєфу лісосіки на переміщення вантажів, створює сприятливі умови для руху вантажної каретки та унеможливорює механічне пошкодження колод.

Вибір типу лісотransпортної установки залежить від багатьох чинників і повинен здійснюватися відповідно до її призначення, тобто відповідати вимогам виконуваної транспортної операції. Продуктивність установки при цьому має бути найбільшою, а умови роботи – сприятливими для її конструкції. Розрахунок продуктивності канатних установок виконується за залежністю (4.11), аналогічно продуктивності трелювальних тракторів.

Основними чинниками, що визначають вибір типу установки, є: топографічні умови лісосировинної бази; лісогосподарські вимоги і методи розробки лісосік; необхідна продуктивність; розміри і вага трелюваних вантажів; запас деревостану; витрати на монтаж установки; умови примикання до основного шляху вивезення, глибина лісосік та їх концентрація.

Контрольні питання

1. У чому полягає суть операції трелювання?
2. Яка мета трелювання?
3. Як класифікують засоби і способи трелювання?
4. Назвіть основні способи трелювання деревинної сировини тракторами та охарактеризуйте їх.
5. Як поділяються трелювальні трактори за конструкцією навісного технологічного обладнання?
6. Наведіть основні схеми розташування трелювальних волоків на лісосіці.
7. Як визначається середня віддаль трелювання?
8. Будова технологічного обладнання тракторів із канатно-чокерним обладнанням для формування пачок.
9. Будова технологічного обладнання тракторів із маніпуляторами.
10. Будова технологічного обладнання тракторів із пачковими захоплювачами.
11. Які операції на лісосічних роботах виконують форвардери?
12. На які класи (типи) поділяються існуючі на ринку форвардери залежно від розміру і потужності?

13. Наведіть основні технічні характеристики різних класів форвардерів.
14. Як визначається продуктивність трелювального трактора?
15. Які чинники впливають на продуктивність форвардера?
16. Наведіть способи трелювання деревинної сировини канатними установками.
17. Назвіть основні вузли канатно-трелювальної установки.
18. Як класифікують канатно-трелювальні установки?
19. Як визначається продуктивність канатно-трелювальної установки?

РОЗДІЛ 5 ОЧИЩЕННЯ ДЕРЕВ ВІД ГІЛОК

4.1. Способи очищення дерев від гілок.

Очищення дерев від гілок є однією з найбільш трудомістких операцій лісозаготівельного процесу: на її частку припадає понад 12 % усіх трудовитрат з лісоексплуатації. Специфічні особливості характеру руйнування деревини під час обрізання гілок зумовлюються в основному фізико-механічними властивостями деревини сучків і кутом приростання гілок до стовбура. Дерево, як об'єкт праці під час очищення від гілок характеризується діаметром на відстані 1,3 м від відземка (окоренка), загальною довжиною, довжиною безсучкової зони, кількістю гілок, середнім їх діаметром і т.д. Усі ці величини є випадковими.

Очищення дерев від гілок полягає у відокремленні останніх від стовбура, а також у збиранні їх для подальшого використання. У деяких випадках гілки подрібнюють і за допомогою пересувної рубальної машини рівномірно розпорошують або збирають у купи і спалюють. Однак в технологічному розумінні очищення дерев від гілок являє собою не одну, а дві операції:

- 1) очищення дерев від гілок (зрубання або обрізання);
- 2) збирання гілок, тобто очищення лісосік.

Очищення дерев від гілок залежно від прийнятого технологічного процесу лісозаготівель можна виконувати на **лісосіках** (на пасіках або волоках), **верхніх** або **нижніх лісоскладах**. Основна вимога до якості обрізання гілок – обрізання всіх гілок на одному рівні зі стовбуром.

При очищенні дерев від гілок можуть використовуватися:

на лісосіці – сокири, універсальні бензиномоторні пили, бензиномоторні гілкорізки, пересувні ножові або канатні петлеві установки для групового очищення дерев, багатоопераційні лісозаготівельні машини – процесори і харвестери (в цьому випадку процес очищення від гілок зазвичай поєднується з розкряжуванням отриманого стовбура на сортименти);

на верхньому складі – пересувні або самохідні гілкорізні машини для поштучної обробки дерев (ЛП-30Б, ЛП-ЗОГ, ЛП- 33, ЛП- 51, ЛТК-08 на базі звалювально-пакетувальної машини ЛП-19);

на нижньому складі – стаціонарні гілкорізні установки для поштучної (ПСЛ-2А; ЛО- 69) і групової (МСГ- 3; МСГ- 3.1) обробки дерев.

Основні способи очищення дерев від гілок і різальні елементи, що використовуються при цих способах, різальні наведені в таблиці 4.1.

Перерізувальні пристрої (пристрої силового різання) зрізують гілку прямолінійним рухом ножа або насунанням гілки на ніж без утворення стружки. Зусилля протягування досягає 60 кН, швидкість обробки – 3 м/с і більше.

Фрезерні пристрої зрізують гілки шляхом послідовного видалення ряду окремих стружок багаторізцевим обертовим інструментом (фрезою), роторні – різцями, закріпленими на кільцевому роторі, що обертається. Пиляльні пристрої охоплюють стовбур гнучкою стрічкою пили або забезпечують зрізання гілок обертово-поперечним (гвинтоподібним) переміщенням пили і стовбура.

Таблиця 4.1

Основні способи очищення дерев від гілок і різальні елементи, що при цьому застосовуються

Спосіб очищення	Різальні елементи
<i>Індивідуальне очищення</i>	
Перерізування (силове різання)	Жорсткі профільні ножі, ножові ланцюги (браслети), шарнірні ножі, спіральні-петлеві ножі
Фрезерування	Плоскі обертові ножі, шнеки, фрези на роторі
Точіння	Різці на роторі
Пиляння	Пиляльні ланцюги, різальні диски
<i>Групове очищення</i>	
Обламування	Ротор з ланцюгами, канатна петля, бункерні установки
Фрезерування	Фрези, шнеки
Перерізування	Жорсткі профільні ножі, шарнірні ножі

Обламувальні пристрої видаляють гілки за рахунок переміщення дерев через перешкоду, яка прилягає до твірної стовбура, пригинаючи та ламаючи гілки, або в процесі перемішування пакета дерев.

Найбільшого поширення набули машини, обладнані пристроєм перерізувального типу з жорсткими профільними ножами. Вони прості за конструкцією, надійні в роботі і менш металомісткі.

При індивідуальному обробленні дерева існує два основні способи його протягування. За виконання першого способу протягувальний пристрій взаємодіє зі стовбуром оброблюваного дерева в одній або декількох обмежених зонах і здійснює поступово-зворотний рух. Перевагою цього способу є можливість створення значних зусиль протягування (до 100 кН) і відсутність пошкоджень деревини по всій довжині стовбура, за винятком зони захоплювання. Однак для його реалізації необхідна значна за довжиною напрямна балка або ферма, по якій переміщується захоплювальний пристрій,

яка суттєво збільшує металомісткість лісозаготівельної машини і обмежує її маневровість. Окрім того, наявність у робочому циклі періодів розгону і гальмування рухомої каретки з оброблюваним деревом зумовлюють важкий режим роботи протяжного пристрою і не дозволяють розвивати швидкість протягування дерев більше ніж $2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, що знижує продуктивність цих машин.

Другий спосіб ґрунтується на контакті протягувального пристрою з оброблюваним деревом по всій довжині стовбура. Він реалізується за допомогою вальцових гусеничних протягувальних механізмів. Пристрої, які працюють цим способом, характеризуються більшою компактністю і меншою металомісткістю. За рахунок безперервного процесу зрізування гілок забезпечується найбільш м'який режим роботи протягувального механізму машини і скорочується час протягування дерева.

Характеристика гілок

При проектуванні гілkozрізувального обладнання та для вирішення питань, пов'язаних з очищенням дерев від гілок необхідно враховувати дані про кількість гілок, їх розміри та розташування вздовж стовбура. Ці показники залежать в основному від породи і розмірів дерева, а також від лісорослинних умов – бонітету та повноти насаджень. У разі високого бонітету і низької повноти насаджень кількість і розмір гілок на деревах максимальні. За поганих умов росту і в зімкнутих деревостанах кількість гілок є меншою через відмирання таких унизу дерев.

Слід зазначити, що сучкуватість стовбурів один із головних чинників при встановленні класу якості круглих лісоматеріалів, що у свою чергу впливає не тільки на використання сировини, а й на вартість лісоматеріалів. Найбільша різниця у вартості лісоматеріалів припадає на сосну. Так, без сучкова соснова деревина коштує приблизно у два рази дорожче ніж із сучками, для дуба та бука цей показник становить 50–60 %, для смереки, ялиці – 30–50 %. К залежності від наявності сучків, по ступені їхнього заростання і зростання, стовбур дерева можна розділити на три зони: зарослі, заростаючі та зона живої крони. Співвідношення цих зон, особливо об'єм частини стовбура із заростаючими сучками залежить виду (породи) дерев, будови та структури насадження. У зв'язку з чим виділяють дві групи порід (деревних видів): види які тривалий час утримують сучки та відмираючі гілки (смерека, граб, ялиця) та види які досить швидко звільняються від мертвих гілок та сучків (сосна, модрина, бук, береза).

З промислових порід найбільшу кількість гілок має ялина. Кількість здорових сучків може сягати 150–200 штук на стовбурі. Значно меншою кількістю здорових сучків характеризується сосна (20–30 шт.), береза та осика (15–20 шт.)

Взагалі у хвойних порід гілки розташовуються так званими розетками (кільцями) по 4–6 гілок у кільці, тому кількість їх пропорційна висоті та діаметру дерева. Однак ця пропорційність зберігається лише до певного діаметра (36–60 см), коли дерево припиняє помітний приріст за висотою. Після цього кількість гілок зменшується – за рахунок їх відмирання. У листяних порід розташування гілок не кільчасте, але у них частіше зустрічаються пасинки – гілки, що перетворилися на другий стовбур. Середня кількість гілок у основних промислових порід коливається в досить значних межах.

Гілки характеризуються такими параметрами: діаметр біля основи, довжина гілки, площа зрізу, кут вrostання, твердість біля основи відносно стовбурової деревини. Усереднені показники для основних промислових порід приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Усереднені характеристики гілок за породами

Порода	Середня кількість гілок	Середній діаметр гілок біля основи, см	Максимальний діаметр гілок біля основи, см	Відстань між гілками, см	Кут вrostання, °	Твердість біля основи відносно стовбурової деревини
Ялина	150–280	3 (7–9)*	9	35	96	2,3–3,7
Сосна	10–18	5–6 (15)*	15	120	86	2,2–3,5
Осика	12–17	6–8 (20)*	25	80	50	1,25–1,5
Береза	12–17	5–6 (20)*	20	67	30	1,3–1,5

*Окремі випадки.

Незважаючи на розбіжності діаметрів, сумарна площа зрізу гілок на великих деревах усіх порід (при діаметрі на висоті грудей більше 56 см) майже однакова в межах 0,1–0,4 м². У дерев з діаметром на висоті грудей до 32 см площа зрізу становить приблизно 0,1 м². Закономірність зростання цієї площі залежно від збільшення діаметра дерев різних порід приблизно однакова.

Відстань від відземкового зрізу до першого сучка, що визначає розміри безсучкової зони, в основних промислових порід коливається в середньому в наступних межах: у ялини – 5–9 м; у берези, осики, сосни – 12–13 м. Залежно від умов росту діапазон зміни цієї величини може бути дуже широким.

Розташування гілок відносно осі стовбура характеризується кутами вrostання α . Для ялини характерні кути вrostання α , які перевищують 90°,

тобто гілки спрямовані, в основному, донизу. Для осики середній кут вrostання $\alpha = 50^\circ$, для берези $\alpha = 30^\circ$. Гілки, як об'єкт механічного оброблювання дерева, різняться між собою зусиллями, які необхідно прикласти для їх зрізування. Ці дані залежать від багатьох факторів і, зокрема, від діаметра гілок, параметрів різального органа, породи і змінюються в значних межах. Так, зусилля, потрібні для зрізування гілок клиноподібними ножами, становлять: для зрізування смерекової гілки діаметром 4 см потрібне зусилля 6–8 кН, а для зрізування соснової гілки діаметром 8 см – 25–27 кН. Під час зрізування гілок берези зусилля збільшується на 30–40 %.

4.2. Очищення дерев від гілок ручним моторним інструментом

На сьогодні технологія лісосічних робіт з вивезенням із лісосіки дерев практично не застосовується, тому очищення дерев від гілок в переважній більшості випадків здійснюється на лісосіці або верхньому складі. Для цього використовуються або самохідні гілкорізні машини, або ручні моторні інструменти – універсальні бензиномоторні пили та бензогілкорізки.

Пора року, а точніше температура навколишнього повітря, непрямо впливає на процес очищення дерев від гілок. При звалюванні дерев бензиномоторними пилами при низьких температурах значна частина гілок під час удару об землю обламується, що скорочує час на обрізання гілок, які залишилися. Прийоми обрізання гілок бензиномоторними пилами добре відпрацьовані і широко застосовуються на практиці. Найбільшого поширення набув важільний метод очищення дерев від гілок, який поділяється на трьох- і шестисекційний (рис.4...).



Рис. 4... Шестисекційний спосіб обрізання гілок

Шестисекційний метод очищення (рис. 4.1, а) використовується, коли гілки розташовуються на стовбурі часто (відстань між кільцями менша за 70 см), а трьохсекційний – при відстані між кільцями понад 70 см (рис. 4.1, б). У разі обрізання численних тонких гілок, а також гілок на деревах із нерівномірно розташованими кільцями застосовують маятниковий метод (рис. 4.1, в).

При обрізанні гілок з великих дерев, особливо листяних порід, гілки видаляють прийомами, дещо іншими від описаних вище.

У першу чергу зрізають гілки, які перешкоджатимуть подальшій роботі. Якщо гілка має великі розміри, то її слід зрізати частинами: спочатку дрібніші гілки, а потім біля основи і найбільшу гілку (рис. 4.1, г). Необхідно стежити за тим, щоб зрізані гілки не заважали роботі і не захарачували робоче місце. В усіх випадках при обрізуванні великих гілок необхідно проявляти максимальну обережність і передусім уникати затискання пильної шини.

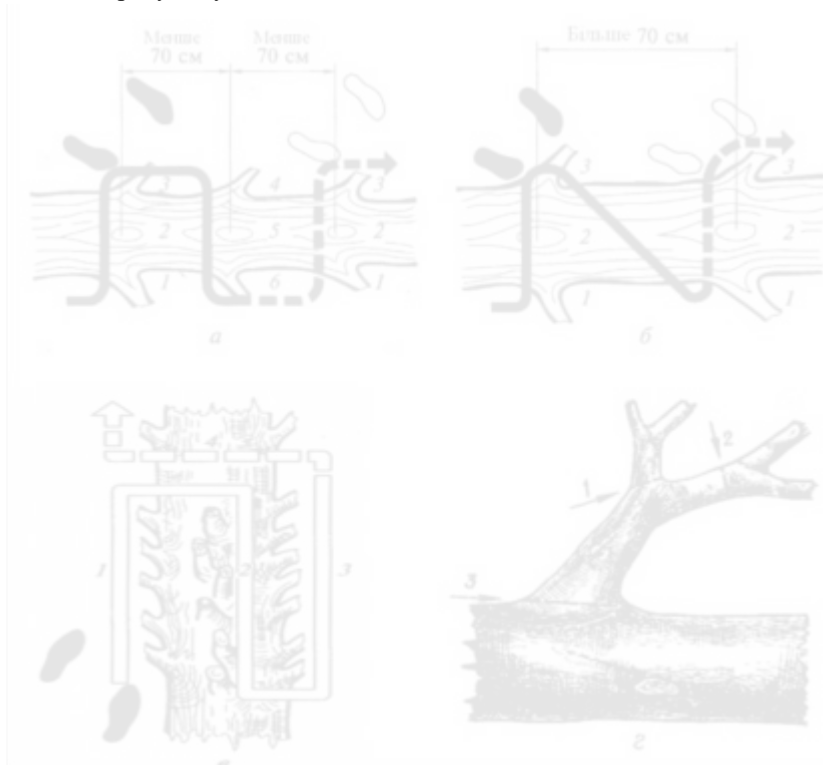


Рис. 4.1. Послідовність обрізання гілок

а – при шестисекційному методі; б – при трьохсекційному методі; в – при маятниковому методі; г – зрізання товстої гілки (цифрами показана послідовність зрізання)

На лісосічних роботах для обрубання гілок і розчищення робочого місця навколо дерева від кущів, підросту, підліску застосовують лісорубні та гілкорубні сокири. Для обрубання гілок придатні гілкорубні сокири, які підлягають ГОСТ 18578-89 «Топоры строительные. Технические условия». За цим ГОСТом сокири поділяються на два типи: А – із заокругленим лезом і Б – із прямим лезом. Тип А в свою чергу поділяється на чотири типорозміри: А0 – маса 1,0 кг; А1 – 1,3 кг; А2 – 1,4 кг; А3 – 1,6 кг. Тип Б поділяється на три типорозміри: Б1 – 0,7 кг; Б2 – 0,8 кг; Б3 – 1,3 кг. Топорища виготовляють із здорової деревини берези, ясени, граба, клена, бука, в'яза, робінії і кизилу. Довжина топорищ гілкорубних сокир становить 600–800 мм.

Під час обрубання гілок сокирою робітник рухається від відземка до вершини, а за нахилу гілок до відземка, наприклад, у ялини і модрина – у зворотному напрямку. Вершину стовбура обрубують при діаметрі 6–8 см. Встановлено, що гілки діаметром 1–2 см обрубують одним ударом сокири, діаметром 3–4 см – двома-чотирма ударами сокири, а товстиміріні гілки обрубують за допомогою клиноподібної вирубки.

4.3. Машинне очищення дерев від гілок

З метою повної механізації процесу очищення дерев від гілок, суттєвого підвищення продуктивності та уникнення ручної праці застосовуються гілкорізні машини.

Технологічні варіанти використання самохідних гілкорізних машин поділяються:

за місцем виконання технологічного процесу – на пасіці, безпосередньо біля пня, на лісонавантажувальному пункті, на проміжному складі;

за способом заготівлі деревини – без створення і зі створенням запасу стовбурів;

за способом протягування дерева – за відземок (відземком вперед) і за вершину (вершиною вперед);

за напрямом переміщення машини на навантажувальному майданчику – від вуса і до вуса.

Основними місцями роботи гілкорізних машин у технологічному процесі лісозаготівель є верхній склад біля лісовозного вуса, а також пасіка на ділянці, де машина обрізає гілки перед трелюванням. Застосування її в останньому випадку можливе, якщо дерева зрізані та укладені в пачки звальювально-пакетувальною або пачки звальювально-трелювальною машиною.

Гілкорізні машини можуть працювати як автономно, так і в комплекті з іншими машинами. Обрізування гілок рекомендується проводити, зазвичай, одночасно з розробкою лісосіки.

Обрізування гілок із протягуванням дерев відземками вперед застосовують при трелюванні дерев за відземки, що відбувається, як правило, під час використання звалювально-пакетувальних, звалювально-трелювальних і безчокерних трелювальних тракторів. Таким чином, основною перевагою обробки дерев з відземка є можливість застосування гілкорізних машин у комплекті з сучасною лісозаготівельною технікою.

Обрізування гілок з протягуванням дерев вершинами вперед доцільне за технології лісосічних робіт, яка передбачає використання на звалюванні дерев бензиномоторних пил і трелювання дерев за вершини. Таке обрізування можна застосовувати і при роботі звалювально-пакетувальної машини. При трелюванні дерев за вершини краще зберігається підріст, підвищується прохідність трелювальних тракторів, відпадає потреба у вирівнюванні відземків стовбурів, пропущених через гілкорізну машину, збільшується об'єм пачки на рейс.

Метод протягування за вершин дає можливість обробляти більші за розмірами дерева ніж при протягуванні за відземки, оскільки дозволяє не піднімати відземок дерева, а протягувати його по землі. Відземок піднімається тільки в останній момент, коли гілки повністю обрізані і каретка-захоплювач знаходиться біля приймальної головки, слугуючи противагою.

Гілкорізувальні машини зазвичай монтуються на базі гусеничних тракторів, або на базі екскаваторів (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Гілкорізна машина на базі екскаватора **Caterpillar** 320B
[1- Електронний ресурс]

Гілкозрізувальна машина ЛП-30Б сконструйована на базі трелювального трактора ТДТ-55А і призначена для зрізування гілок із попередньо звалених і сформованих у пакети й штабелі дерев хвойних порід із середнім об'ємом стовбура 0,14–0,4 м³ (рис. 4.3). Конструктивні особливості машини дозволяють застосовувати технологію зрізування гілок методом протягування дерева як за верхівку, так і за відземок.



Рис. 4.3. Гілкозна машина ЛП-30Б на базі трелювального трактора ТДТ-55А

Гілкозрізувальна машина ЛП-30Б складається з поворотної стріли довжиною 8,3 м, із встановленим на ній захоплювачем, а на кінцях – гілкозрізувальної та приймальної головок. Стріла підвішується на осі в поворотному кронштейні, встановленому на задній опорі. На тій же опорі встановлена обіймиця блоків. За допомогою бугеля і верхньої балки задня опора з'єднана з передньою. Вся система утримується в заданому стані розкосом. У транспортному стані стріла укладається на кронштейн. Лебідка за допомогою карданного вала, закритого кожухом, з'єднана з коробкою передач трактора. Робоча зона освітлюється додатково розташованим електрообладнанням.

Гілкозрізувальна машина ЛП-30В – модернізований варіант ЛП-30Б, призначена для зрізування гілок з дерев хвойних і м'яколистяних порід із середнім об'ємом стовбура 0,14–0,4 м³ (рис. 4.4).

Гілкорізна машина ЛП-33 сконструйована на базі трактора ТТ-4. Будова та принцип роботи технологічного обладнання такі ж, як і у гілкорізної машини

ЛП-30Б. Машина призначена для зрізання гілок з дерев хвойних і листяних порід із середнім об'ємом стовбура від 0,35 до 0,8 м³. Діаметр оброблюваних дерев у відземковій частині – до 0,75 м, у зоні зрізування 0,06–0,5 м. Діаметр гілок, що зрізаються, до 0,2 м. Маса машини ЛП-33 19,9 т, у тому числі технологічного обладнання 8,6 т. Для зменшення маси технологічного обладнання і підвищення продуктивності гілкорізних машин для протягування дерева застосовують механізми безперервної дії гусеничного і вальцьового типу.



Рис. 4.4. Самохідна гілкорізна машина ЛП-30В:

1 – трактор ТДТ-55А; 2 – лебідка; 3 – гілкорізна головка; 4 – захоплювач; 5 – поворотна стріла; 6 – приймальна головка; 7 – поворотний кронштейн [2 – Шелгунов, 1989]

Гусеничний протягувальний пристрій використовують у гілкорізній машині ЛП-51 на базі трактора ТТ-4. Технологічне обладнання цієї машини складається з нижньої і верхньої гусениць, шарнірно закріплених на осях, висувної балки з візком, захоплююче-гілкорізної головки і приймального лотка для підтримки дерева у момент протягування і скидання стовбура у штабель. Швидкість обрізання гілок гусеницями до 1,5 м/с із максимальним вильотом зрізаючої головки 5 м при масі машини до 20,8 т. Вальцьовий протягувальний механізм протягає дерево через гілкорізну головку за допомогою двох рифлених роликів. Такі машини застосовують в основному для обробки невеликих дерев на рубках догляду.

Технологія очищення дерев від гілок машинами. Гілкорізнi машини ЛП-30Б, ЛП-33 можуть обробляти дерева протягуючи їх за відземки або за вершини (рис. 4.5). Спосіб обробки дерев пов'язаний із способом трелювання. У разі використання звалювально-трелювальних, звалювально-пакетувальних машин та безчокерних трелювальних тракторів гілки доцільніше обрізувати протягуванням за відземки. У цьому випадку оператор підводить машину до дерев з боку відземків, повертає стрілу з транспортного положення (паралельно до поздовжньої осі трактора) в робоче (перпендикулярно до поздовжньої осі трактора). Гілкорізна головка слугує для зрізання гілок ножами пасивної дії, подачі дерева в захоплювач каретки протягуючого пристрою. Вона має один верхній та два серпоподібних ножі, які під дією гідроциліндра відкриваються, або ж закриваються, охоплюючи стовбур по периметру.

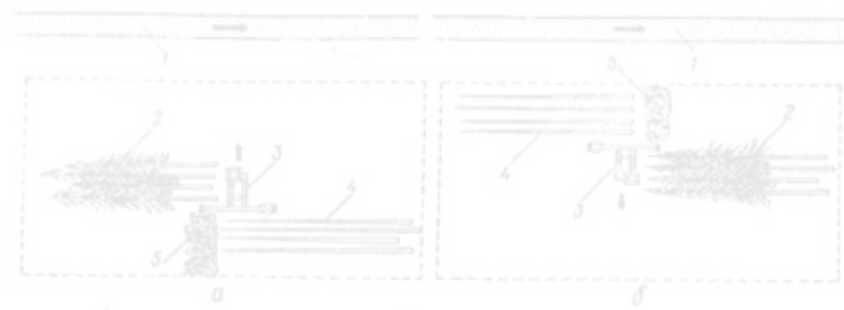


Рис.4.5. Схеми роботи гілкорізної машини ЛП-30Б:

а – переміщення машини при обробці дерева за відземок; б – переміщення машини при обробці дерева за вершину; 1 – лісовозний вус; 2 – штабель дерев; 3 – гілкорізна машина; 4 – штабель стовбурів; 5 – зрізані гілки (стрілками показані напрями вивезення, переміщення машини) [2 - Шелгунов, 1989]

Боковими ножами гілкорізної головки захоплюється відземок, припіднімається і подається у розкритий захоплювач каретки протягуючого пристрою, який за допомогою лебідки протягує дерево. На іншому кінці стріли знаходиться приймальний пристрій (приймальна головка), який підтримує стовбур у процесі зрізання гілок. Каретка (захоп) приводиться в дію за допомогою лебідки та канато-блочної системи. Після зупинки захопу в кінці робочого ходу, приймальна головка охоплює стовбур і закривається. Лебідка перемикається на зворотній хід і захоп повертається до вершинної частини (в початкове (первісне) положення).

Таким чином обробляють дерева, довжина яких в 2–2,5 рази перевищує виліт стріли. Після протягування стовбура приймальний пристрій, захоплювач і гілкорізна головка розкриваються і стовбур падає в штабель. Обробивши 5–12

дерев, машина під'їжджає до наступної пачки дерев. За машиною залишаються штабель стовбурів і вал зрізаних гілок.

При обробці дерев за вершину процес обрізання починається із захоплення дерева ножами гілкорізної головки. Припіднімаючи вершинну частину, оператор розвертає дерево так, щоб його вісь знаходилася в одній вертикальній площині з віссю стріли. Далі процес обробки дерев виконується тими ж прийомами, що й при обрізанні гілок протягуванням дерев за відземки. Метод протягування за вершини дозволяє обробляти більші дерева, ніж це можна зробити під час протягання за відземки. Це досягається тим, що в початковий період відземок не піднімають, а протягують по землі.

Продуктивність гілкорізних машин і моторних інструментів на обрізанні гілок.

Змінна продуктивність гілкорізних машин може бути визначена згідно з формулою:

$$П = \frac{T \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot V_{CT}}{t_{\text{ц}}} \quad (1)$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год; C_1 – коефіцієнт використання робочого часу зміни, $C_1=0,25...0,85$; C_2 – коефіцієнт завантаження машини протягом зміни, $C_2=0,8...0,85$; V_{CT} – середній об'єм стовбура, м^3 ; $t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу оброблення одного стовбура дерева, с (тривалість циклу зрізування гілок з одного дерева наведено в табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Тривалість циклу зрізування гілок з одного дерева машиною, (с), для об'єму стовбура V_{CT} (м^3)

Марка гілкорізної машини	Середній об'єм стовбура (V_{CT}), м^3						
	до 0,18	0,18–0,21	0,22–0,29	0,30–0,39	0,40–0,49	0,50–0,75	0,76 і більше
ЛП-30Б	312	265	199	159	----	----	53
ЛП-33	----	----	172	147	130	111	95

Продуктивність праці на очищенні дерев від гілок залежить від середнього об'єму стовбура, породи дерев, виду очищення (грубе або урівень зі стовбуром), глибини снігового покриву, пори року і кількості гілок. Вид очищення істотно впливає на продуктивність праці. Державний стандарт на лісоматеріали вимагає

зрізання гілок урівень з поверхнею дерева. Проте у випадках, коли можливе грубе очищення стовбурів, продуктивність зростає на 30 %. Змінна *продуктивність моторних інструментів* на зрізуванні гілок з стовбурів дерев визначається згідно формули:

$$\Pi = \frac{T \cdot C_1 \cdot \Pi_{\text{п}} \cdot V_{\text{ст}}}{\sum f}, \text{ м}^3 \quad (4.2)$$

де T – тривалість робочої зміни, с; C_1 – коефіцієнт використання пилки по часу на обрізуванні гілок, ($C_1=0,15\dots0,20$ – на лісосіці; $C_1=0,2\dots0,25$ – на навантажувальному майданчику); $\Pi_{\text{п}}$ – продуктивність чистого пиляння моторного інструменту, $\text{м}^2/\text{сек}$; $V_{\text{ст}}$ – середній об'єм стовбура; $\sum f$ – загальна сумарна площа зрізу гілок на одному дереві, м^2 (залежить від породи деревини та діаметра стовбура на висоті грудей – приймається за даними табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Значення сумарної площі зрізу гілок на одному дереві

Порода	Значення $\sum f$ (см^2) при діаметрі дерева на висоті 1,3 м, см						
	20	24	28	32	36	40	44
Смерека	550	700	1000	1400	1800	2300	2800
Сосна	350	500	750	1000	1300	1500	1700

Контрольні питання

1. В яких місцях залежно від прийнятого технологічного процесу лісозаготівель можна виконувати очищення дерев від гілок?
2. Які існують способи очищення дерев від гілок ?
3. Від яких показників залежать характеристики гілок?
4. Назвіть методи зрізування гілок із дерев з використанням бензинових моторних пилок.
5. Опишіть принцип роботи гілкозрізувальної машини на зрізуванні гілок.
6. Назвіть технологічні варіанти використання самохідних гілкорізних машин.
7. Наведіть схему розташування гілкозрізувальної машини на лісосіці.
8. За якою формулою визначається змінна продуктивність гілкозрізувальної машини?
9. За якою формулою визначається змінна продуктивність бензиномоторної пилomotorних інструментів на операції очищення дерев від гілок?

РОЗДІЛ 6

ВІДВАНТАЖЕННЯ ЗАГОТОВЛЕНОЇ ДЕРЕВИНИ

(МОЖЕ: ВЕРХНЬОСКЛАДСЬКІ РОБОТИ)

Види і способи відвантаження деревини. Нині, залежно від прийнятого технологічного процесу лісосічних робіт заготовлена деревина вивозиться в основному у вигляді стовбурів, напівстовбурів або сортиментів, тобто в круглому вигляді. Виключення становить заготовлена на лісосіці або верхньому складі технологічна тріска.

Відвантаження деревини на лісовозний транспорт є останньою транспортною операцією технологічного процесу лісосічних робіт, яка виконується на лісонавантажувальних майданчиках або верхніх складах.

Лісонавантажувальний майданчик (пункт) – майданчик біля лісо-транспортувального шляху для тимчасового розміщення дерев, стовбурів, сортиментів у процесі трелювання або прямого вивезення, а також для їхнього навантаження на лісотранспортувальні засоби.

Верхній склад – склад, розташований на лісосіці біля лісовозної дороги, обладнаний технічними засобами для первинної переробки і навантажування деревини.

При облаштуванні лісонавантажувальних майданчиків (верхніх складів), слід дотримувати певних вимог: майданчик (верхній склад) має розміщуватися таким чином, щоб відстань трелювання була мінімальною; площа повинна бути рівною (кут ухилу $\alpha \leq 20^\circ$), місце – сухим, достатнім для знаходження тут необхідних запасів деревини, машин та обладнання.

Розмір площі під лісонавантажувальний майданчик (верхній склад) залежить від прийнятої технології та кількості операцій, що виконуються.

Розрізняють три способи відвантаження деревини:

- **поштучний** – лісоматеріали укладають на рухомий склад по одному;
- **пачковий** – рухомий склад завантажують у декілька прийомів (пачками невеликого об'єму);
- **крупнопакетний** – рухомий склад завантажують за один прийом пакетом, маса якого дорівнює вантажопідйомності транспортної одиниці.

Залежно від умов відвантаження застосовують **самохідні** або **стаціонарні** механізми.

Склад робіт, машини та обладнання для навантажування деревини

Залежно від умов відвантаження деревини застосовують **самохідні** або **стаціонарні** механізми. Піднімально-транспортне обладнання, яке використовується для відвантаження деревини на лісовозний транспорт можна

розділити на наступні типи: самохідні щелепні навантажувачі; самохідні або причіпні маніпуляторні навантажувачі; лісовозні самонавантажувальні автопотяги; канатні установки (спрощені кабель-крани); канатно-блочні установки для великопакетного навантаження з приводом від трелювального трактора; автомобільні й тракторні стрілові крани та установки. На вибір типу навантажувального механізму впливає ряд чинників, а саме: середній об'єм стовбура, ґрунтові умови і рельєф місцевості, добовий обсяг робіт, вид деревної сировини, яка відвантажується, територіальне розміщення відвантажувальних пунктів (верхніх складів), тип та виробнича потужність машин на попередніх операціях (звалюванні, трелюванні тощо), тип лісовозного транспорту.

Засоби та обладнання, які застосовуються для відвантаження деревної сировини повинні відповідати як загальним вимогам, так і специфічним умовам лісосічних робіт. У разі великих об'ємів лісозаготівлі на одній лісосіці основним видом навантажувальних механізмів є щелепні та маніпуляторні навантажувачі.

Застосування самохідних навантажувачів дає змогу значно підвищити продуктивність праці і повністю витіснити трудомістку ручну працю під час захоплення і відчеплення стовбурів. Окрім цього, навантажувачі можна використовувати на розвантажуванні рухомого складу, штабелюванні деревної сировини та на інших роботах. До навантажувачів відносяться самохідні навантажувально-розвантажувальні та штабелювальні машини з важільно-зчленованими робочими органами і механічними вантажозахопами. Зазвичай робочі органи навантажувачів мають гідромеханічний привід.

Навантажувачі класифікують за типом рушія базової машини, характером руху робочих органів і конструкції вантажозахоплювачів. За типом рушія навантажувачі бувають колісні та гусеничні. За характером руху робочих органів навантажувачі й штабелери поділяють на наступні типи: вертикально-фронтальні та вертикально-бокові – їхній робочий орган встановлюється спереду (інколи на кормі) або збоку машини, робочі органи здатні переміщати вантаж тільки вгору або вниз; радіально-фронтальні і радіально-бокові – робочий орган має можливість повороту тільки у вертикальній площині на кут до 90° (рис. 5.1); перекидні – робочий орган може повертатися у вертикальній площині на кут до 180° , що дозволяє переносити вантаж через базову машину навантажувача (через себе) (рис. 5.2); поворотні – робочий орган може повертатися у вертикальній і горизонтальній площинах завдяки стрілі, яка крім грейферного захоплювача має два і більше шарнірно-зчленованих елементи (маніпуляторні навантажувачі).

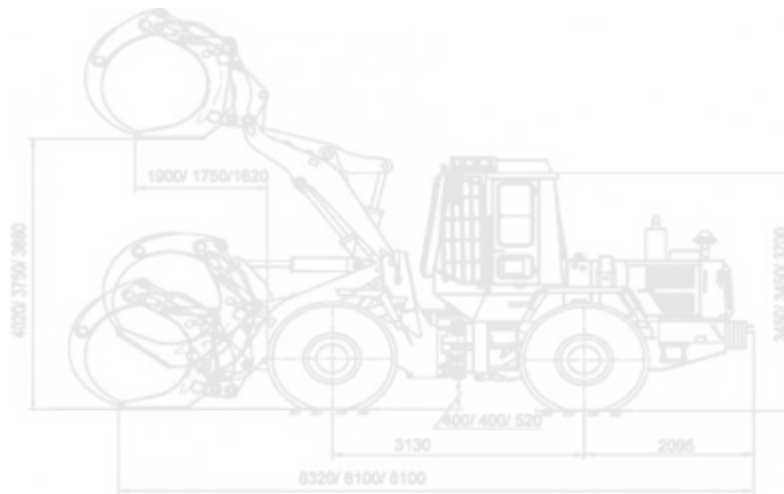


Рис. 5.1. Фронтальний лісонавантажувач, оснащений щелепним захоплювачем.

Щелепний навантажувач являє собою самохідну гусеничну або колісну машину, оснащену навісним технологічним обладнанням, включаючи стрілу і щелепний захоплювач. Для змикання і розмикання щелеп, піднімання і опускання захоплювача, а також повертання стріли на навантажувачах встановлено гідравлічний привід.

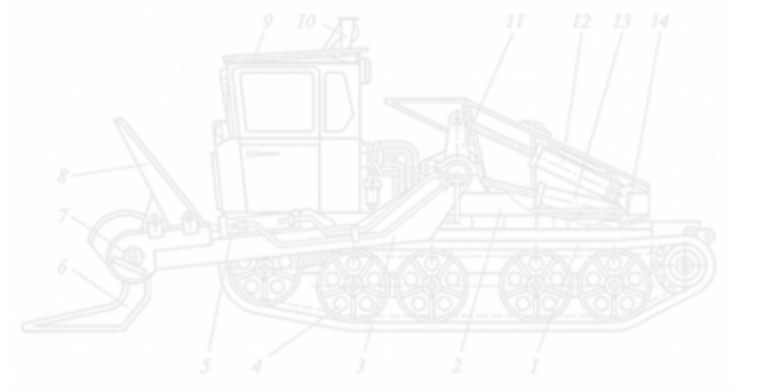


Рис. 5.2. Щелепний тракторний навантажувач ПЛ-1В:
1 – базовий трактор ТДТ-55А, 2 – рама, 3 – стріла; 4 – опорні катки, 5 – гідроциліндр, 6 – нижня поворотна щелепа, 7 – механізм поворота щелеп, 8 – верхня поворотна щелепа, 9 – кабіна, 10 – захисний козирок, 11 – механізм

поворота стріли, 12, 13 – головний та допоміжний гідроциліндри, 14 – кожух трансмісії

Щелепні навантажувачі поділяють на три типи: фронтальні (неповоротні); поворотні; перекидні. У фронтальних навантажувачів навісне обладнання (вантажозахоплювальний пристрій) повертається у вертикальній площині тільки на 10–80°, тому маневрування необхідно здійснювати з вантажем, який утримується «перед собою». Це створює незручності в роботі, погіршує стійкість навантажувача, призводить до швидкого руйнування ґрунту на навантажувальному пункті. Згадувані навантажувачі потребують значної площі для здійснення маневрування.

За подібним принципом працюють навантажувачі білоруського виробництва: Амкодор 352Л, оснащений видовженою стрілою, та Амкодор 352Л-01 і Амкодор 352Л-02, оснащені стандартною стрілою (рис. 3). Вони призначені для навантаження круглих лісоматеріалів (ділових сортиментів, дров'яної деревини) на транспортні засоби і в штабелі, а також для розвантаження лісовозного транспорту й розбирання штабелів. Такі навантажувачі мають вантажопідйомність 4,6 т, ширина захоплювача – 1,46 м, діаметр охоплення – 200–1300 мм, площа охоплення – 1,3 м², висота розвантаження при горизонтальному положенні лап – 3750–4020 мм.



Рис. 5.3. Фронтальний навантажувач Амкодор 352Л (352Л-01, 352Л-02)

Враховуючи вищевказані недоліки, фронтальні навантажувачі значно ефективніше використовувати на нижніх лісопромислових складах або на перевантажувальних біржах.

У навантажувачів **поворотного** типу вантажозахоплюючий пристрій з вантажем може не тільки здійснювати рух у вертикальній площині, а й повертатися відносно базового трактора в горизонтальній площині. Навісне обладнання поворотних навантажувачів встановлюється на колоні або поворотній платформі разом із привідним двигуном. Навантаження дерев з розворотом пачки в горизонтальній площині незручне через великі їх довжини. Основний недолік – сили інерції в результаті розгону і гальмування обладнання.

У **перекидних** навантажувачах захоплювач повертається разом із вантажем у вертикальній площині на 180–240°, що дозволяє переносити пачку деревної сировини через навантажувач, цим самим значно спрощуючи процес навантажування і штабелювання. Навантажувачі такого типу отримали переважне поширення в країнах Східної Європи, зокрема Росії, Білорусії та частково в Україні (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Щелепний тракторний навантажувач ПЛ-2

Серійно випускаються щелепні навантажувачі перекидного типу ПЛ-1А, ПЛ-1Б, ПЛ-1В, ПЛ-2, ЛТ-65Б, ЛТ-65В, ПЛ-3, ЛТ-73 та ЛТ-188 із гідравлічним приводом робочих органів, які обслуговуються трактористами-операторами. Технічні характеристики щелепних навантажувачів наведено нижче (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Технічна характеристика щелепних навантажувачів

Навантажувач	ПЛ-1А	ПЛ-1В	ПЛ-2	ЛТ-65Б	ПЛ-3	ЛТ-73
База навантажувача	ТДТ-55	ТДТ-55	ТТ-4	ТТ-4	Т-130	Т-130
Вантажопідіймальна сила, кН	25	32	35	35	35	63
Висота підймання вантажу, м	2,8	2,8	3,8	3,8	3,8	4,0

Навантажувач ПЛ-1В складається із трактора ТДТ-55А, на якому змонтовано навісне технологічне обладнання. Із базового трактора зняті навантажувальний щит, лебідка і закріплена спеціальна рама, на якій монтується стріла з верхньою нерухомою стійкою і нижньою поворотною щелепою, а також механізм повороту стріли, який складається з двох головних і одного допоміжного силових циліндрів. Поворот нижньої щелепи захоплювача здійснюється силовим гідроциліндром за допомогою ланцюгової передачі. Для забезпечення поздовжньої стійкості трактора натяжні колеса-гусениці замінені підпорними котками. Механізм повороту стріли і трансмісія закриті кожухом, дах кабіни підсилений сталевим листом, на якому встановлені захисні піддашки фар. У процесі роботи щелепний навантажувач, як правило, знаходиться між штабелем і лісовою дорогою. Оператор опускає на землю рухому щелепу, яка підводиться під штабель стовбурів (дерев), при цьому він здійснює захоплення і формування пачки. Піднімаючи пачку у верхнє положення, оператор заднім ходом переміщує лісонавантажувач до лісовозного вуса. Піднімання пачки і перенесення її через кабіну трактора здійснюється поворотом стріли. При розвантаженні захоплювача стійки стріли нахиляються і пачка плавно зісковзує по них на рухомий склад. Щелепний захоплювач при цьому поступово відкривається. Переводячи захоплювач у попереднє положення, оператор повторює цикл роботи до повного завантаження рухомого складу (рис. 5.6).



Рис. 5.6. Щелепний тракторний навантажувач ЛТ-65Б

На базі колісних тракторів типу К-700К розроблені колісні навантажувачі. Для них характерна висока мобільність, швидкість піднімання вантажу, значна вантажопідіймальна сила (ЛТ-142 – 125 кН, ЛТ-85 – 65 кН), простота і надійність конструкції.

У світовій практиці широкого застосування набули самохідні або причіпні навантажувачі маніпуляторного типу (рис. 5.7). Застосування навантажувачів такого типу ефективне під час роботи на великих, концентрованих лісосіках.

У більшості випадків такі машини виконані за екскаваторною схемою компонування. Робочі органи машини можуть оснащуватися різноманітними засобами для відвантаження різних видів лісоматеріалів (стовбурів, сортиментів і т.п.).

Самохідні навантажувачі мають ряд істотних переваг порівняно з іншими видами навантажувальних засобів, особливо на лісосічних роботах із великими об'ємами заготівлі деревини. Перш за все навантажувачі дозволяють повністю відмовитися від ручної праці на завантаженні деревини. Такі ручні прийоми, як зачеплення та відчеплення пачки, необхідні при застосуванні навантажувальних засобів із канатно-блоковим оснащенням, повністю виключаються. Другою дуже важливою перевагою навантажувачів є їхня маневреність. Це звільняє від необхідності влаштовувати навантажувальні естакади та встановлювати стріли. Підготовка навантажувальних пунктів при використанні самохідних навантажувачів зводиться таким чином до розчищення та підготовки майданчика.



Рис. 5.7. Навантажувачі маніпуляторного типу

Маневреність навантажувачів і мінімальні витрати на влаштування навантажувальних майданчиків дозволяють за рахунок збільшення кількості майданчиків уздовж вуса скорочувати відстані трелювання, що сприяє збільшенню продуктивності трелювальних тракторів (рис. 5.8).

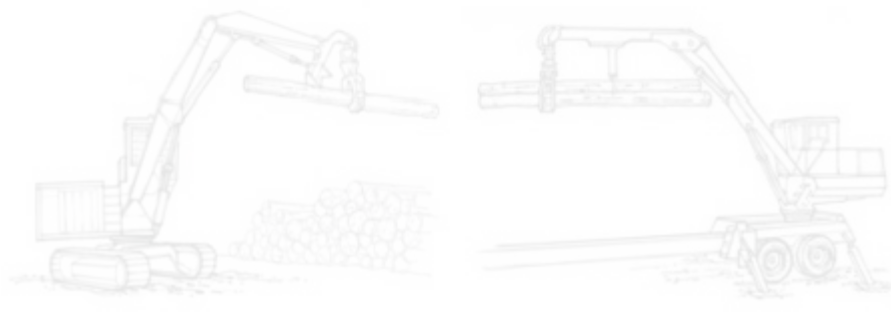


Рис. 5.8. Навантажувачі маніпуляторного типу:
а) самохідний; б) причіпний

Можлива продуктивність навантажувачів дуже висока. При безперервній подачі автомобілів під навантаження, наявності добре підготовлених штабелів та повної технічної справності навантажувача можна завантажити до 500 м³ на зміну. Однак у реальних виробничих умовах продуктивність навантажувачів становить 150–260 м³ на зміну.

Змінна продуктивність щелепних навантажувачів визначається за формулою:

$$P_{зм} = \frac{(T - t_{пз}) \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot Q}{m \cdot t_q} \quad (м^3), \quad (1)$$

де T – тривалість зміни, хВ; $t_{пз}$ – підготовчо-заключний час; C_1 – коефіцієнт використання робочого часу, $C_1 = 0,70-0,75$; C_2 – коефіцієнт використання вантажопідйомності автопоїзда, $C_2 = 0,95-0,97$; Q – вантажопідйомність автопоїзда, $м^3$; t_q – тривалість навантаження однієї пачки (або одного стовбура) деревини, с (береться з таблиць і залежить від середніх об'ємів стовбура та пачки стовбурів, що навантажуються); m – кількість циклів, необхідних для завантаження одного автопоїзда вантажопідйомністю Q .

Кількість пачок, що навантажуються на автопоїзд може бути визначена за формулою:

$$m = \frac{Q_{ав}}{q_n} \quad (\text{пачок}) \quad (6.2)$$

де $Q_{ав}$ – середня вантажопідйомність автопоїзда, $м^3$; q_n – об'єм однієї пачки, що навантажує на автопоїзд навантажувач, $м^3$.

На верхніх складах і відвантажувальних пунктах для відвантаження та штабелювання деревної сировини застосовують також кабельні крани (рис 5.9).

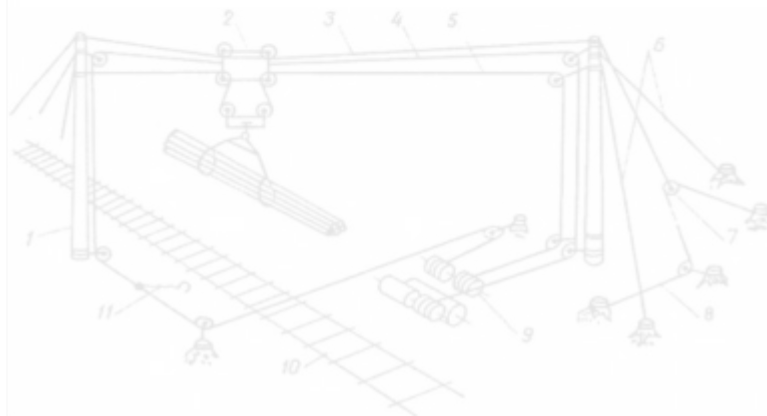


Рис. 5.9. Схема кабельного крана:

1 – шогла; 2 – вантажна каретка; 3 – несучий канат; 4 – тяговий канат; 5 – вантажопідіймальний канат; 6 – розтяжки; 7 – блок; 8 – відтяжки; 9 – лебідка; 10 – лісовозний вус; 11 – чокерний захоплювач

На лісозаготівлях це стаціонарні однопіткові та двопіткові кабельні крани. Кабельний кран складається з двох щогл, між якими натягується несучий канат. По несучому канату рухається вантажна каретка. Переміщення вантажної каретки здійснюється за допомогою тягового канату. Підіймання вантажу – за допомогою вантажопідіймального канату, один кінець якого закріплюється на щоглі (або інколи на каретці), тоді як інший намотується на барабан лебідки.

Відстань між щоглами зазвичай знаходиться в межах 50–60 м. Щогли крана встановлюють таким чином, щоб напрям несучого канату становив із віссю лісовозної дороги 45° . Як щогли використовують здорові ростучі дерева або дерев'яні опори з колод хвойних порід діаметром 32–36 см у верхівці і висотою 12–14 м. Щогли зміцнюють канатними розтяжками діаметром 18,5–20 мм і довжиною по 30–50 м кожна. На вершині кожної щогли кріпиться наголовник, в жолоб якого вкладається несучий канат. До кінців несучого каната прикріплюють блоки з вантажопідіймальною силою не менше за 70 кН кожний, через які проходять розтяжки з каната діаметром 18,5–20 мм. На одному кінці несучого каната розтяжку кріплять наглухо до пнів, на іншому пропускають через блоки, які забезпечують його натяг. Для переміщення і зчепів використовують чокер, з'єднаний з гілкою тягового каната.

Вантажна каретка складається з рами, двох ходових котків і напрямних блоків вантажопідіймального каната. Вантажозахоплюючий пристрій включає балку з напрямними блоками, до якої через стояк шарнірно підвішене коромисло зі стропами. Коромисло може повертатися відносно балки в горизонтальній площині, тому при зрушенні вантажної каретки пачка займає положення, паралельне лісовозному вусу. Таким чином розвертання дерев (колод) поєднується з вантаженням і відбувається під час переміщення каретки.

На малих і розрізаних лісосіках навантажування доцільно здійснювати самозавантажувальними автопоїздами. Самонавантажувальні лісовозні автомобільні поїзди складаються з лісовозного автопоїзду та навісного технологічного обладнання для завантаження і розвантаження лісоматеріалів. Вони принципово відрізняються за способом відвантаження лісу. За цією ознакою розрізняють наступні типи автопоїздів: із боковим завантаженням за допомогою канатно-блочної системи; із контейнерним навантаженням; із навантаженням за допомогою гідроманіпулятора (гідрокрана) Рис. 5....



Рис. 5...Самонавантажувальний лісовозний автомобіль на базі КрАЗ-6437

Силовим органом самонавантажувальних лісовозних автопоїздів із боковим завантаженням за допомогою канатно-блочної системи слугує лебідка, яка управляється пультом дистанційного керування, що дозволяє водію-оператору вибирати найбільш зручні позиції під час навантаження або розвантаження. Затягування пачки деревини здійснюється за допомогою канатно-блочної системи по відкидних навантажувальних стійках, розташованих з лівого борту автомобіля (рис. 5.10).



Навантажування деревини автопоїздом ЛТ-25

Основними недоліками самозавантажувальних автопоїздів, обладнаних канатно-блоковою системою, слід вказати застосування ручної праці на

зачепленні пачки, відтягуванні вантажних канатів, відкриванні та закриванні стояків коника.

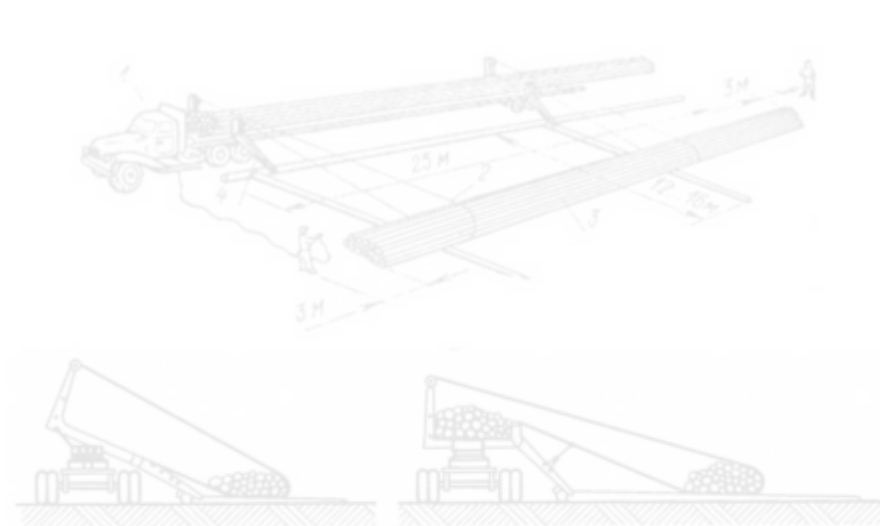


Рис. 5.10. Схема завантаження деревної сировини самозавантажувальним автопоїздом із канатно-блочною системою

У самонавантажувальних лісовозних автопоїздах із контейнерним навантаженням деревину завантажують у встановлений на землі контейнер спеціальним мобільним навантажувачем або краном. Завантажений контейнер зтягується на напівпричіп автопотяга за допомогою лебідки, встановленої за кабіною машини (рис. 5.11).

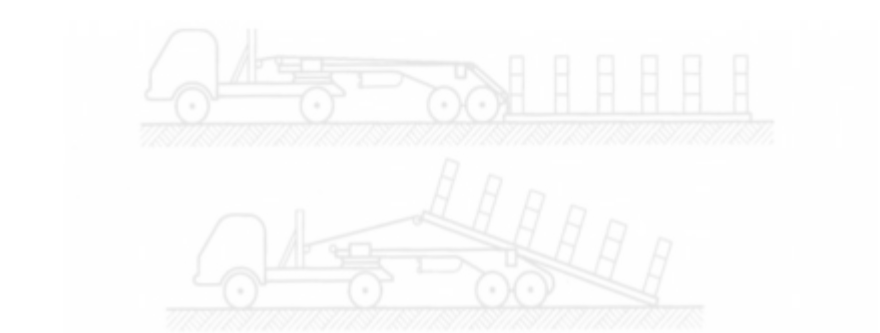


Рис. 5.11. Самонавантажувальний контейнерний автопоїзд

Найпоширенішими і найбільш досконалими є лісовозні автопоїзди, оснащені гідроманіпуляторами, оскільки дають змогу уникати ручної праці на навантажувально-розвантажувальних операціях (рис. 5.12).



Рис. 5.12. Лісовозний автопоїзд на базі автомобіля КрАЗ-255Л із гідроманіпулятором

Гідроманіпулятори легко монтуються і демонтуються. Оснащення лісовозів гідроманіпуляторами для виконання відвантажувально-розвантажувальних робіт нескладне і може виконуватися в ремонтних майстернях підприємств (рис. 5.13).



Рис. 5.12. Самонавантажувальний автопоїзд із гідроманіпулятором
а – стовбуровоз; б – сортиментовоз

Гідроманіпулятор може встановлюватися як безпосередньо за кабіною автопоїзда – стовбуровози (рис. 5.12, а), так і в задній частині (на кормі) автомобіля – сортиментовози (рис.5.12, б), що дозволяє обслуговувати і лісовоз, і причіп при найменшому необхідному вильоті маніпулятора.

Ефективність використання самозавантажувальних автопоїздів залежить від відстані вивезення: якщо вона більша ніж 50 км, то застосування автопоїздів економічно не вигідним. Проте при роботі в умовах розрізнених лісосік, при вибіркових рубаннях, невеликих об'ємах вивезення застосування самозавантажувальних автоїздів доцільне і економічно вигідне.

До недоліків самонавантажувальних лісовозних автопотягів слід віднести перевезення ними додаткового вантажу – технологічного обладнання, маса якого перевищує 10 % номінальної вантажопідймальності. Зі збільшенням віддалі вивезення цей недолік стає відчутнішим. Наявність навантажувального обладнання на базовій машині призводить також до збільшення тиску на ґрунт і зменшення стійкості машин.

Змінна *продуктивність самонавантажувальних автомобілів* визначається за формулою:

$$\Pi_{зм} = \frac{(T - t_{пз}) \cdot C_1 \cdot G \cdot C_q \cdot 1}{L_{сер} \cdot t + t_1 + t_2 \cdot q \cdot \rho} \cdot M^3/ЗМ \quad (6.3)$$

де T – тривалість зміни, с; $t_{пз}$ – час виконання підготовчо-заклучних робіт, с, $t_{пз} = 1200-1800$ с; C_1 – коефіцієнт використання робочого часу, $C_1 = 0.85-0.9$; G – рейсове навантаження автопоїзда, Н; C_q – коефіцієнт використання вантажопідйомності автопотяга, $C_q = 0.95-0.97$; $L_{сер}$ – середня віддаль вивезення деревини, км, (економічно вигідно використовувати самонавантажувальні автомобілі для відстаней вивезення деревини, що не перевищує 50 км) t – час, що витрачається на проїзд 1 км шляху автопотягом в двох напрямках, с.

$$t = \frac{1000}{v_c} \cdot c \quad (6.4)$$

де v_c – середня швидкість руху автопоїзда в двох напрямках, М/С, $v_c = 7-10$ м/с; t_1, t_2 – час, необхідний для завантаження і розвантаження автопотяга, $t_1 = 1200-1800$ с; $t_2 = 180-300$ с; ρ – питома маса свіжозрубаної деревини, Н/м³, $\rho = 8000-8500$ Н/м³; q – прискорення вільного падіння, м/с².

На операції відвантаження деревинної сировини на лісосічних роботах можуть залучатися автомобільні або тракторні **стрілові крани**. Однак стрілові крани для відвантаження деревини на сьогодні застосовують рідко. Це пов'язано з тим, що вони не можуть пересуватись з повним вантажем, при їх використанні важко механізувати операції причеплення та відчеплення вантажу. За типом транспортних засобів, на які можуть встановлюватися мобільні стрілоподібні крани, останні поділяються на **автомобільні, тракторні та залізничні**. Загальною ознакою кранів є піднімання вантажу на гнучкому тяговому органі (канаті). За характером руху стріли розрізняють крани:

- із *неповоротною коливною стрілою* (в процесі роботи змінюється лише її виліт);
- із *поворотною коливною стрілою* (в процесі роботи стріла може повертатися на кут до 180°, а також змінювати величину вильоту);
- із *повноповоротною коливною стрілою* (стріла може обертатися на 360° і змінювати виліт).

Крани складаються з базової машини (автомобіль, трактор) і кранового устаткування, до якого входять: рама (поворотна платформа), стріла, механізм піднімання та опускання стріли й вантажу, опорні пристрої. Повноповоротні крани оснащено також механізмом повертання стріли.

Рама крана змонтована нерухомо на базовій машині або на платформі. Вона є основою, на якій розташовані вузли кранового обладнання. Поворотна рама опирається на нерухому раму при допомозі опорних роликів і на ній розташовані вантажопідіймальний пристрій та кабіна з органами управління.

Стріла крана може бути прямолінійною, Г-подібною або шарнірно-зчленованою і шарнірно прикріплюється до рами. На консолі стріли розташовано вантажозаплюючий пристрій. Механізм підіймання та опускання стріли і вантажу може бути канатно-блочним або гідравлічним. Механізм обертання поворотною рамою складається з черв'ячного редуктора з відкритою зубчастою передачею (циліндрична шестерня і нерухомий зубчастий вінець, які розташовані на нерухомій рамі); механізм оснащено гальмівним пристроєм. Для привода кранового обладнання може бути використаний автономний електродвигун або двигун базової машини; в першому випадку на крані встановлюється електрогенератор, привід якого здійснюється від двигуна базової машини. Для приведення в рух генератора або безпосередньо кранового обладнання в трансмісію базової машини встановлюється коробка відбирання потужності. Самохідні стрілові крани на лісосічних роботах для штабелювання та відвантажування деревної сировини від рубань догляду останнім часом застосовуються рідко; обмежене їх використання пояснюється наявністю більш сучасних відвантажувальних засобів.

Контрольні запитання:

1. Які основні способи відвантаження деревини існують?
2. На які типи можна розділити піднімально-транспортне обладнання, яке використовується для відвантаження деревини на лісовозний транспорт?
3. Як класифікують навантажувачі і штабелери?
4. На які типи поділяються щелепні навантажувачі?
5. Як визначається змінна продуктивність щелепних навантажувачів?
5. Як поділяються лісовозні самонавантажувальні автопоїзди за способом відвантаження деревини?
7. Опишіть принцип роботи одониткового кабельного крана.
8. Як розрізняють стрілові крани за характером руху стріли?

РОЗДІЛ 7 ТРАНСПОРТ ДЕРЕВИНИ

Транспортне освоювання лісосировинної бази, загальні принципи вибору технологічного процесу. Транспорт – особлива галузь виробництва щодо переміщення вантажів і пасажирів. Хоча в процесі перевезень матеріальні цінності не створюються, транспорт відноситься до матеріальної сфери виробництва, оскільки перевезення забезпечують добавлену вартість товару, який перевозиться. Розрізняють транспорт загального призначення і промисловий транспорт. Транспорт загального призначення (міжвідомчий) здійснюється перевезення вантажів загального призначення та пасажирів спеціалізованими транспортними підприємствами. Промисловий транспорт слугує для перевезення вантажів, необхідних для підтримки виробничого процесу підприємства і виступає сполучною ланкою між технологічними фазами виробництва, а також зв'язує підприємство з транспортом загального призначення.

Транспортування деревини являє собою технологічну фазу лісозаготівельного виробництва, що зв'язує дві інші фази – лісосічні роботи та операції щодо первинної переробки деревини на нижньому складі. Залежно від виробничих умов основні лісозаготівельні операції можуть повністю виконуватися на лісосіці, або ж частково на лісосіці, частково на нижньому складі. Вид деревини, що вивозиться, визначає технологічну структуру процесу транспортування. Трудовитрати на транспортування деревини становлять 15–18 % загальних, а частка в собівартості продукції не перевищує 30–33%.

Особливості лісопромислового виробництва, а також вантажу, вимоги відтворення лісів визначають характер лісовозного транспорту. До особливостей останнього відносяться:

- тимчасовий характер роботи, як правило, значно менший, ніж період вирощування деревини;
- віддаленість лісових насаджень від споживачів деревини і магістральних шляхів транспорту;
- залежність умов експлуатації лісових масивів від їхнього стану;
- поступове збільшення відстані вивезення;
- нерівномірність вантажопотоків за напрямками;
- збиральний характер вантажопотоків за напрямками від вусів до віток та магістралі; специфічний характер вантажу.

Збиральний характер вантажопотоків зумовлений тим, що деревина збирається із значної площі. Для цього потрібна розгалужена лісотransпортна мережа. У зв'язку із нерівномірністю вантажопотоків для транспортування

деревини необхідне будівництво шляхів різних категорій. Для ефективного використання потужних і важких видів транспортних засобів заготовлену на лісосіках деревину збирають (треляють) до навантажувальних майданчиків, від яких можна організувати потужніші вантажопотоки досконалішими шляхами. Вимогам лісового господарства (природне лісовідновлення, обмежена площа лісосік та терміни їхнього примикання) підпорядковується будівництво розгалуженої мережі. Нерівномірністю вантажопотоків (переміщення деревини в одному напрямку) зумовлюється доцільність проектування доріг із різними технічними вимогами (ухили) у вантажному та порожняковому напрямках.

Залежно від природних і виробничих умов роботи лісозаготівельного підприємства розрізняють наступні схеми вивезення деревини:

- *пряме вивезення*, при якому деревину вивозять на незначні відстані (10–15 км), від місця звалювання до кінцевого пункту, без перевантажування.
- *одноступеневе вивезення* передбачає нагромадження деревини на верхніх складах біля лісовозних доріг, де її навантажують на транспортні засоби з подальшим вивезенням на нижній склад, або ж споживачу.
- при *двоступеновому вивезенні* деревину перевозять автопоїздами з лісосіки до лісонавантажувального пункту, що знаходиться біля магістралі. Від навантажувального пункту транспортування деревини магістраллю здійснюється важкими автопоїздами.

Тривалий термін вирощування деревини перешкоджає будівництву густої мережі постійної дії. Необхідність утримання доріг залишається після рубання стиглих деревостанів для проведення лісовідновлювальних робіт, догляду за насадженнями, водночас інтенсивність руху значно знижується. Неможливість використання важкої техніки на слабких ґрунтах визначає сезонність лісозаготівель і необхідність розмежування доріг на цілорічної дії та зимові. Дороги, що прокладаються (облаштовуються) у лісових масивах і від них до доріг загального призначення, а також до виробничих цехів лісозаготівельних підприємств та лісництв називаються *лісовими дорогами*. Нині на трелюванні заготовленої деревини використовують колісні трактори, що дозволяє значно збільшити відстань трелювання. У цьому випадку лісовозні вуси не будуються, а деревина трелюється безпосередньо до експлуатаційних шляхів транспортної мережі, або ж до споживача.

На верхньому складі (лісонавантажувальному пункті) формується межопераційний запас деревини, що забезпечує ритмічну роботу лісовозного транспорту. Навантажують дерева та хлисти на рухомий склад лісовозних доріг щелепними навантажувачами перекидного типу, або ж самонавантажуючими автопоїздами. Також можливе використання (застосування) великопакетного способу навантажування з використанням лебідок, або ж трелювальних

тракторів. Навантажену деревину вивозять автопоїздами, або рухомих вузькоколіїм залізничним транспортом. При вивезенні сортиментів використовують автомобілі, укомплектовані гідроманіпуляторами для самонавантажування. Технологічну тріску вивозять автомобілями-щеповозами безпосередньо до споживача.

Для порівняльної оцінки лісоексплуатаційних можливостей лісо-транспортних систем використовують виробничо-технічні показники, серед яких: вантажообіг (вантажооборот) дороги, вантажна робота, повна та експлуатаційна довжина доріг, вантажопотік, середня відстань вивезення, густота дорожньої сітки (мережі), а також коефіцієнт пробігу та подовження траси.

Вантажообіг дороги – кількість деревини, яка вивозиться лісовозною дорогою за одиницю часу (рік, квартал, місяць, доба, зміна) у кубічних метрах або тонах. Розрахунковий річний вантажообіг дороги визначається відношенням ліквідного запасу деревини на лісосировинній базі (Q) до розрахункової кількості років експлуатації (T):

$$Q_T = Q / T. \quad (1)$$

Річний вантажообіг дороги визначається як сума вантажообігів окремих лісонавантажувальних пунктів:

$$Q_T = q_1 + q_2 + \dots + q_n \quad (2)$$

де $q_1, q_2 \dots q_n$ – вантажообіг n навантажувальних пунктів.

Вантажна робота R , $\text{м}^3 \cdot \text{км}$, (т·км) – сума добутків об'ємів деревини q_i , яка перевозиться з кожного навантажувального пункту, на відстань l_i до цього навантажувального пункту.

$$R = q_1 + q_2 + \dots + q_n \quad (3)$$

Загальна протяжність доріг L_{Σ} , км – сумарна протяжність доріг усіх категорій, розташованих на лісосировинній базі, які знаходяться на балансі лісозаготівельного підприємства.

Експлуатаційною протяжністю доріг $L_{\text{Е}}$, км, вважається загальна протяжність лісовозних доріг, що використовується підприємством на даний період часу.

Вантажопотік – це вантажна робота, що припадає на 1 км протяжності (довжини) доріг.

$$B = R / L_T \quad (4)$$

Середня відстань вивезення деревини $L_{\text{СР}}$, км, визначається відношенням вантажної роботи дороги до її вантажообігу.

$$L_{\text{СР}} = R / Q_T \quad (5)$$

Густота дорожньої мережі (питома протяжність) $L_{\text{П}}$, км/км², вираховується як відношення загальної протяжності доріг L_{Σ} , км, до площі

лісосировинної бази S_B , км².

$$L_{\pi} = L_3 / S_B \quad (6)$$

Питома протяжність вказує на забезпеченість лісосировинної бази дорогами. Сухопутний транспорт лісозаготівельного підприємства є узагальнюючим комплексним уявленням, що включає сукупність шляхів сполучення, транспортних засобів, навантажувально-розвантажувальних механізмів, складів, споруд тощо. Звідси, вирішення організаційних питань транспортування деревини слід розглядати спільно з навантажувально-розвантажувальними операціями як єдину транспортну систему.

Види сухопутного транспорту та галузі їхнього застосування. Рухомий склад лісовозних доріг складається з тягового складу – транспортного засобу, обладнаного силовим агрегатом для самостійного пересування та причіпним складом – транспортні засоби без силового агрегату, призначені для перевезення вантажів тільки в поєднанні з тяговими транспортними засобами. Тяговий транспортний засіб з'єднують з одним або кількома причіпними транспортними засобами, що називається автопоїздами. На автомобільних дорогах до тягового складу відносяться автомобілі та тягачі.

Автомобіль – транспортний засіб, який може самостійно перевозити вантажі, а призначення тягачів – буксирування причіпного складу. На лісовозних дорогах часто використовуються автомобілі-тягачі, які слугують тяговою ланкою лісовозного автопоїзда і водночас перевозять на собі частину вантажу. Оскільки автомобіль і причіп (розпуск) характеризуються певною номінальною вантажопідйомністю, важливе значення має розподіл вантажу на вісі причіпного й тягового складу, який досягається за рахунок зміни відстані поміж розпуском шляхом регулювання довжини дишла та тросів зчепу. Ця відстань визначається за формулою:

$$b = \frac{(r \cdot l - d) \cdot Q}{Q_{\text{роз}}} \quad (7)$$

де b – довжина розпуску, м; r – коефіцієнт, що враховує положення центру маси вантажу; l – довжина лісоматеріалів, м; d – окоренкове звисання лісоматеріалів за коник автомобіля, м, Q – вантажопідйомність усього автопоїзда, т; $Q_{\text{роз}}$ – вантажопідйомність розпуску.

В якості основних лісовозних автопоїздів слід відмітити наступні: легкі – вантажопідйомністю (вантажністю) 110 кН, на базі автомобілів ЗИЛ-157 та ЗИЛ-131 із двовісними (двохосьовий) розпусками моделей ТМЗ-802, ГКБ-9383; середні – вантажопідйомністю 170 кН на базі МАЗ-509А, МАЗ-5434, «Урал-43204» із двовісними розпусками моделей ТМЗ-802, ГКБ-9383; важкі – вантажопідйомністю 250 кН, на базі КрАЗ-255Л1, КрАЗ-6437 із двовісними

розпусками ТМЗ-803, ГКБ-9362 (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Лісовозний автопоїзд на базі автомобіля КраЗ із двовісними розпусками ТМЗ-803

Легкі автопоїзди доцільно застосовувати при невеликих вантажообігах, оскільки для них не вимагається значних капіталовкладень у будівництво лісових доріг. Легкі автопоїзди можна використовувати на дорогах місцевого значення (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Легкий автопоїзд на базі автомобіля ЗИЛ-131

Особливості вантажів, що перевозяться лісовими дорогами, визначають необхідність використання спеціального рухомого складу із технологічним обладнанням з метою максимального використання вантажопідйомності та тягових можливостей автопоїзду. Окрім деревини лісовозними дорогами перевозять робітників, лісогосподарську та лісозаготівельну техніку, пально-мастильні матеріали та інші вантажі, що зумовлює оснащеність підприємств різними транспортними засобами та рухомим складом.

Лісовозні автопоїзди середнього і важкого типів доцільно застосовувати за значного вантажообігу доріг з удосконаленим типом покриття (гравійні суміші, дорожні плити, тощо), для великої комірної деревної сировини, при значних відстанях вивезення.

На вивезенні деревини застосовують наступні види колісного причіпного складу: причепа, напівпричепа та причепа-розпуски.

Причіп – це візок із двома або трьома осями, на пневматичних шинах, що несе весь вантаж. Причіп буксирується автомобілем-тягачем, завантаженим баластом або деревиною.

Напівпричіп – це візок, що має від однієї до трьох осей і несе лише частину навантаження, друга частина якого передається через спеціальний пристрій (сідло) на автомобіль.

Причіп-розпуск – це візок, що має одну або дві осі і несе на собі частину навантаження, друга частина якого передається на автомобіль. Найпоширеніші на вивезенні деревини причепа-розпуски ТМЗ-802 та ГКБ-9383. Перший із них – для вивезення довгомірних сортиментів та хлестів у зчеплюванні з автомобілями марок ЗІЛ, «Урал» та «КамАЗ», другий – для вивезення хлестів у зчеплюванні з автомобілями МАЗ та КрАЗ.

Розпуски моделей ГКБ-9383-010, ГКБ-9383-011, ГКБ-9362-010 надходять у експлуатацію в комплектації з дишлом, що складається з пристосуванням для перевезення розпуски на шасі автомобіля. Пристосування складається із накатної площадки з буксирною рамою, лебідки з канатно-блочною системою та дишла, що складається (рис. 6.3). Завантаження та розвантаження причепа-розпуски займає не значний час і становить 15–20 хвилин. Перевезення причепів-розпусків на шасі лісовозних автомобілів при русі без вантажу значною мірою знижує зношення гуми.

Усі автомобілі за загальною і кількістю ведучих коліс позначаються колісною формулою, за якою перша цифра означає загальну кількість коліс автомобіля, друга – кількість ведучих коліс. Так, 6х6 – трьохвісний автомобіль з усіма ведучими осями (КрАЗ-255ОЛ), 6х4 – трьохвісний автомобіль із двома ведучими осями (КамАЗ-5320), 4х4 – двохвісний автомобіль із двома ведучими осями.



Рис. 6.2. Лісовозний автопоїзд на базі автомобіля МАЗ із двовісними розпусками ГKB-9383

У якості автомобілів-тягачів використовуються серійні автомобілі загальнопромислового призначення МАЗ-509, МАЗ-5434, КрАЗ-255Л1, КрАЗ-6437, Урал-43204 та ін., які через специфічний характер вантажу випускаються із спеціальним технологічним обладнанням: поворотними кониками, огороженням кабіни, лебідками, тяговими балками тощо.

Організація робіт при вивезенні деревини, розрахунок продуктивності. Для побудови схеми транспортних шляхів використовується картограма сировинної бази підприємства, на якій орієнтовно намічають напрямки доріг – магістралі та гілок. Напрямок магістрального шляху вибирається таким чином, щоб рівномірно охопити весь лісовий масив. Із цією метою використовується метод силового багатокутника (рис. 1), принцип побудови якого передбачає визначення об'ємів вивезення з різних ділянок лісового масиву ($q_1, q_2, q_3 \dots q_n$). Якщо поєднати прямими лініями верхні склади з нижнім складом і в заданому масштабі визначити довжину цих променів (l_1, l_2, l_3, l_4), а потім у масштабі побудувати силовий багатокутник, сторони якого за величиною визначаються за добутком об'єму деревини, що вивозиться на відстань вивезення і паралельні відповідним променям, то рівнодіюча багатокутника і визначить напрямок магістрального шляху.

Після побудови схеми транспортних шляхів і використовуючи задані коефіцієнти подовження траси, визначаються основні показники: відстань вивезення із кожного навантажувального пункту, вантажна робота, середня

відстань вивезення, коефіцієнт пробігу.



Рис. 1. Встановлення положення магістралі на лісосировинній базі підприємства

Для визначення кількості машин, обладнання та робочої сили розраховується продуктивність лісовозного автопоїзду за формулою:

$$\Pi = \frac{T \cdot K_t \cdot K_k \cdot Q}{2 \cdot (L_{\text{ср}} / V_{\text{ср}} + L_{\text{ус}} / V_{\text{ус}}) + t_{\text{у}} + t_{\text{н}} + t_{\text{р}}} \cdot i$$

де Π – продуктивність лісовозного автопоїзду м^3 за зміну; T – тривалість зміни, хв; K_t – коефіцієнт використання робочого часу зміни (0.80–0.85); K_k – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля (0.8–0.9); Q – корисне навантаження на автопоїзд, м^3 ; $L_{\text{ср}}$ – середня відстань вивезення, км; $L_{\text{ус}}$ – середня довжина лісовозного вуса, км; $V_{\text{ср}}$ – розрахункова швидкість руху автопоїзда, км/хв; $t_{\text{у}}$ – час на встановлення автопоїзда під навантаження, хв; $t_{\text{н}}$ – час на навантажування автопоїзда, хв; $t_{\text{р}}$ – час на розвантажування автопоїзда, хв.

РОЗДІЛ 8 НИЖНЬОСКЛАДСЬКІ РОБОТИ

8.1. Загальні відомості про лісопромислові склади. Лісопромислові склади класифікуються за наступними ознаками: призначенням; місцем розташування; типом зовнішнього транспорту (способом примикання до промислових магістралей); річним вантажообігом; характером і способом надходження деревини.

За призначенням лісові склади поділяють на:

- лісові склади лісозаготівельних підприємств;
- лісові склади промислових підприємств-споживачів деревної сировини (лісопильні, фанерні, деревообробні, меблеві, лісохімічні заводи, целюлозно-паперові комбінати, заводи ДСП та ін.);
- лісові портові склади (готову продукцію перевантажують на морські судна);
- лісоперевалочні бази (лісоматеріали доставляють сплавом, піддають первинній обробці і відвантажують споживачем залізницею або дорогами загального призначення).

За місцем розташування поділяють на:

- верхні склади (навантажувальні майданчики), які знаходяться безпосередньо на лісосіці для перевантаження з первинного транспорту лісу (при трелюванні деревини) на рухомий склад лісовозного транспорту (при вивезенні деревини);
- нижні склади (розташовують у пунктах перевантаження лісоматеріалів із лісовозних шляхів лісозаготівельного підприємства на шляхи загальнодержавного транспорту (залізниці, водні шляхи).

За типом зовнішнього транспорту:

лісові склади залежно від примикання до магістральних шляхів поділяють на два типи: *прирейкові* – примикають до ширококоліїних шляхів залізниць; *берегові* – примикають до водних шляхів (річок, каналів, озер, водосховищ і морів). У свою чергу берегові склади діляться на ті, що примикають до судноплавних транспортних шляхів, тимчасово судноплавних і несудноплавних.

За річним вантажообігом лісові склади поділяються на чотири категорії:

- малі (<150 тис. м³);
- середні (150...350 тис. м³);
- великі (350...700 тис. м³);
- надвеликі (понад 700 тис. м³)

За способом надходження деревини склади поділяються на три групи:

- із вивезенням дерев;

- із вивезенням стовбурів;
- із вивезенням напівстовбурів і сортиментів.

Роботи, що виконуються на нижніх складах, відносяться до третьої фази технологічного процесу лісозаготівельного виробництва. Під нижнім складом розуміють виробничий підрозділ лісозаготівельного підприємства, який розташований в пункті примикання лісовозної дороги до шляхів загального користування, де здійснюється приймання й первинна переробка заготовленої деревини, тимчасове зберігання та відвантаження лісоматеріалів споживачам, а також виробництво пилопродукції, шпал і технологічної тріски, переробка низькоякісної деревини та деревних відходів.

Нижній склад – територія (площа), яка зв'язує дві фази: вивезення деревини та її обробку і відвантаження. Нижні склади бувають перевантажувально-розкрийні та перевантажувальні. Призначенням перевантажувально-розкрийних складів є приймання дерев, стовбурів або сортиментів, їхня первинна обробка, зберігання і відвантаження готової продукції або безпосередня передача у відповідні цехи деревообробних підприємств. На перевантажувальних складах ніяких робіт з первинної обробки деревини не проводять, а здійснюють тільки її перевантаження з одного виду транспорту на інший.

Під первинною обробкою розуміють операції з механічної обробки дерев, стовбурів і круглих лісоматеріалів, в результаті яких змінюється їх вид, розміри та якість. До них відносяться очищення дерев від гілок, розкрязування стовбурів, оброблення довгоміра, окорювання сортиментів, розколювання круглих лісоматеріалів і видалення гнилизни. Після первинної обробки в більшості випадків одержують напівфабрикати, що надалі відправляють на переробку на цьому ж складі або на підприємстві-споживачеві деревної сировини.

До переробки низькоякісної деревини і відходів лісозаготівель, що виконується на нижніх складах, відноситься комплекс операцій з виробництва готової продукції: технологічної тріски, колотих балансів, короткомірних сортиментів (тарних комплектів і чорнових заготовок).

Технологічні процеси, основні показники роботи нижніх складів. Нижні склади включають наступні виробничі ділянки і потоки:

- *головний (основний) технологічний потік* (потокова лінія) з виробництва круглих лісоматеріалів, де відбувається розвантаження рухомого складу лісовозної дороги, очищення дерев від гілок, розкрязування стовбурів, сортування круглих лісоматеріалів;

- *додаткові технологічні потоки* (виробництво короткомірних сортиментів і переробка низькоякісної деревини);
- *технологічні потоки з механічної переробки деревини* (шпало- і лісопилення);
- *допоміжні технологічні потоки* з переробки відходів лісозаготівель (гілки, кора та ін.);
- виробничі ділянки зі штабелювання і відвантаження готової продукції.

Технологічний процес нижнього складу, обладнання, яке на ньому використовується, ступінь обробки й переробки деревини та техніко-економічні показники роботи значною мірою залежать від ряду зовнішніх чинників, до яких відносяться наступні:

- тип лісовозної дороги, по якій деревина потрапляє на нижній склад: автодорога, вузькоколійна залізниця;
- вид деревної сировини (дерева, стовбури, сортименти), що надходять на нижній склад;
- пункт прилягання нижнього складу: залізниця, сплавна річка, споживач;
- річний вантажообіг нижнього складу;
- характеристика лісосировинної бази: середній об'єм стовбура, склад лісоматеріалів, що доставляються на склад, за породами та якістю;
- вид продукції, що відвантажується з нижнього складу: стовбури, круглі лісоматеріали, пиломатеріали, технологічна тріска та ін.

Під *технологією нижньоскладських робіт* слід розуміти сукупність процесів з первинної обробки і часткової переробки деревини, а також операцій, що виконуються на складах: розвантажувальних, сортувальних, навантажувальних та інших переміщувальних робіт. Технологічний процес безпосередньо пов'язаний з конструкціями машин і устаткування. Встановлення основних параметрів машин і їхніх окремих вузлів, розрахунки режимів роботи, необхідної потужності та можливої продуктивності є технологічними питаннями, які залежать від характеру операцій, що виконуються цими машинами. До технології лісоскладських робіт відносяться також питання взаємного ув'язування окремих технологічних операцій в технологічний процес, установки окремих машин в систему. Технологія і конструкції машин взаємозв'язані і не можуть бути відокремлені один від одного.

Взаємний зв'язок окремих операцій на лісопромисловому складі характеризує структурна схема технологічного процесу. Принципова структурна схема технологічного процесу нижнього складу схематично відображає потік сировинної деревини, яка доставляється з лісу і відправляється у вигляді готової продукції (рис. 6.1). Наведена схема типова для прирейкового лісопромислового

складу, розташованого далеко від спеціалізованих деревообробних підприємств і на якому переробляється значна частина деревини, що знаходить із лісу. Усі роботи на лісопромисловому складі здійснюються в окремих взаємопов'язаних цехах, дільницях і поточкових лініях, що включають різні машини й установки, які виконують у певній послідовності ряд основних та допоміжних технологічних операцій.

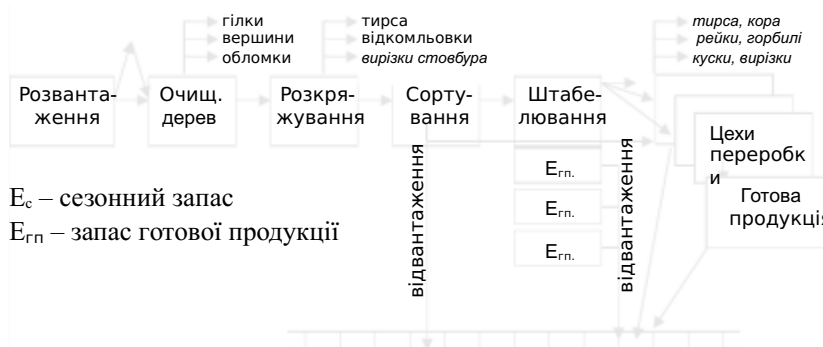


Рис. 8.1. Принципова структурна схема технологічного процесу нижнього складу

Операції, що виконуються на лісових складах, можна розділити на переміщувальні (розвантаження, сортювання, штабелювання, внутрішнє транспортування, відвантаження та тощо) та операції з первинної обробки і часткової переробки заготовленого лісу (очищення дерев від гілок, поперечне й поздовжнє розпилювання, окорювання, розколювання, подрібнення на технологічну тріску та ін.). Технологічні операції розвантаження, розкрізування, сортювання, штабелювання та відвантаження утворюють головний технологічний потік (ГТП) нижнього складу (рис. 2).

Основні показники роботи нижніх складів. До основних показників роботи нижнього складу належать (відносяться): *вантажобіг (пропускна здатність); місткість; площа; тривалість роботи.*

Вантажобігом лісового складу (Q) називають об'єм лісоматеріалів у м^3 , який пропускається через склад за одиницю часу (добу, місяць, сезон, рік і т.д.).

Місткістю нижнього складу (E) називають об'єм лісоматеріалів у м^3 , який одночасно може бути розміщений на території складу.

Площа нижнього складу (S) – загальна площа території (м^2), яку займає лісогосподарське обладнання, а також споруди, штабелі, розриви між ними, внутрішньоскладські шляхи (всю інфраструктуру лісопромислового складу).

Тривалість роботи нижнього складу (T) за рік виражається в днях і рівна загальній кількості робочих днів у році.

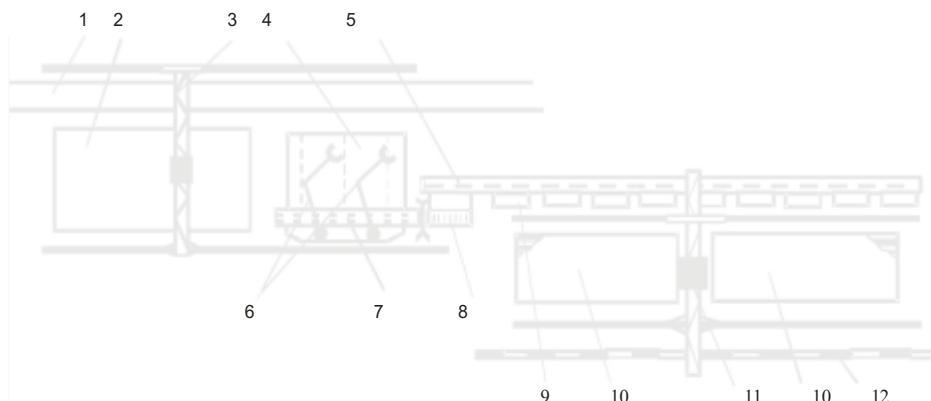


Рис. 8.2. Схема технологічного процесу головного технологічного потоку нижнього складу:

1 – лісовозна дорога; 2 – штабель деревної сировини; 3 – козловий кран; 4 – розвантажувальна естакада; 5 – поздовжній сортувальний транспортер; 6 – двохстріловий маніпулятор; 7 – подаючий транспортер розкрязувальної установки; 8 – приймальний стіл; 9 – кишені-накопичувачі; 10 – штабелі готової продукції; 11 – консольно-козловий кран; 12 – тупик залізничної колії

Для нормальної безперебійної роботи нижнього складу на ньому необхідно мати запас лісоматеріалів, який забезпечить безперебійну роботу в період відсутності надходження останніх.

Об'єм запасу лісоматеріалів визначають за формулою:

$$Q_z = \frac{Q_p \cdot n}{A \cdot k} \quad (\text{м}^3) \quad ()$$

де Q_z – необхідний запас; Q_p – річний об'єм вивезення; A – кількість робочих днів; n – кількість днів, протягом яких деревина не надходить на нижній склад ($n = 8-12$ днів); k – кількість змін роботи на добу.

Перспективи вдосконалення роботи лісопромислових складів.

Перспективи подальшого вдосконалення роботи лісопромислових складів безпосередньо пов'язані із загальною тенденцією розвитку всього лісозаготівельного виробництва. Останнім часом побутує думка, що лісопромислові склади не потрібні, як такі. Проте це твердження справедливо у двох випадках: якщо стовбури (або дерева) вивозяться безпосередньо на склади підприємств-споживачів або коли вивезення деревної сировини із верхніх

складів здійснюється у сортиментах, тобто сортименти заготовляються безпосередньо на лісосіці або верхньому складі.

Перший напрям нині набуває все більшого поширення та впроваджується у виробництво. При цьому безпосередня доставка стовбурів (або дерев) на склади сировини лісопромислових підприємств-споживачів сприяє подальшій механізації та автоматизації виробничих процесів, комплексному використанню деревини.

Якщо через великі відстані перевезень безпосередня доставка виявиться економічно недоцільною, то лісопромислові склади лісозаготівельних підприємств будуть перетворюватися на невеликі лісопромислові комплекси, де буде організована не тільки первинна обробка, а й часткова переробка вивезеного лісу.

Другий напрям, що передбачає заготівлю сортиментів на лісосіці, пов'язаний із суттєвим збільшенням трудомісткості лісосічних робіт, використанням складних і дорогих багатоопераційних машин. Ця технологія знаходить застосування у випадках, коли сортименти можна вивозити з лісосіки безпосередньо на підприємства, що спеціалізуються на їх подальшій переробці. Така технологія негативно позначається на комплексному використанні сировини.

Прогресивнішим напрямом вдосконалення лісозаготівельного процесу вважається переробка деревної сировини на проміжних майданчиках. У такому випадку існує можливість організувати первинну обробку і часткову переробку деревини на базі мобільної системи машин.

На сьогодні в Україні існує понад 100 нижніх складів лісозаготівельних підприємств, які входять до структури державних лісових господарств, на яких здійснюється як первинна так і поглиблена переробка деревини. Територія складу перед вкладанням круглих лісоматеріалів у штабелі повинна бути очищена від кори, тріски, старої деревини, сміття, вирівняна й ущільнена. Водойми, що використовуються для затоплення деревини, повинні не рідше одного разу на рік очищатися від кори і топляків. Водойми, що мають рибогосподарське значення, використовувати для затоплення лісоматеріалів забороняється.

Планування території складу, розташування та укладання штабелів, розміщення транспортних і вантажно-розвантажувальних механізмів повинні проводитися з урахуванням вимог протипожежних норм будівельного проектування лісоскладів та відповідної нормативно-технічної документації, затвердженою в установленому порядку. Залежно від прийнятої технології і системи машин, кінцевим продуктом лісозаготівельного виробництва можуть

бути: хлисти, сортименти і продукти поглибленої переробки – технологічна тріска та пиломатеріали.

До ділової деревини відносяться усі круглі та колоті лісоматеріали, окрім деревини дров'яної промислового і непромислового використання та хмизу.

Сортименти (круглі лісоматеріали) отримують за виконання однієї з основних технологічних операцій – розкрязування, тобто поперечного розподілу круглих лісоматеріалів, у результаті якого отримують колоди спеціального (цільового) призначення, що називаються кряжами (шпальний, тарний тощо), або ж – сортиментами. Кряжі (сортименти) характеризуються діаметром у верхньому перерізі або на середині, довжиною та об'ємом.

Довгомірні лісоматеріали, комбіновані лісоматеріали з умовним позначенням для поділу класифікують згідно з їхніми розмірами та зовнішнім виглядом, кількістю та поширенням специфічних візуальних ознак. Класифікація за якістю має чотири класи: А, В, С та D. Така градація базується на наступному загальному описі класів якості:

Клас якості А. Лісоматеріал найвищого класу якості; здебільшого відноситься до нижньої частини стовбура з чистою деревиною або з незначними вадами, які не обмежують його використання.

Клас якості В. Лісоматеріал середнього класу якості, без особливих вимог до чистої деревини. Сучки дозволено в межах середнього значення для кожної породи.

Клас якості С. Лісоматеріал нижче середнього класу якості, дозволяються всі якісні характеристики, які не значно знижують природні властивості деревини.

Клас якості D. Лісоматеріал, що не задовольняє жодному з класів якості А, В, С, і який може бути розпиляний на товарну деревину для подальшого використання.

Усі перераховані якісні ознаки мають враховуватися у процесі визначення класу, вимірювання повинні виконуватися згідно з EN 1309-2, EN 1310 і EN 1311.

Дров'яна деревина промислового і непромислового використання – лісоматеріали круглі або колоті, непридатні (недоцільні) для пиляння, стругання чи лущення. Також ці лісоматеріали не можуть бути використані як будівельна деревина в круглому виді. До цієї групи не відносяться лісоматеріали для виробництва целюлози, дубильних екстрактів, сортименти для кріплення гірничих виробок, для гідротехнічних споруд і елементів мостів.

Довгомірний лісоматеріал – деревний хлист, довгоття, довгомірний сортимент, комбіноване довгоття.

Довгоття – відрізок хлиста, в якому ще не виконано поперечний поділ на

сортименти, що має довжину, кратну довжині сортименту, з припуском на оброблення (кряжування).

Комбіноване довгоття – довгоття, передбачене для розподілу на сортименти різного призначення.

Хмиз – лісоматеріали діаметром менше 4 см та довжиною до 6 м, що складаються з тонких стовбурів, верхівіття, гілок та сучків.

Пачка лісоматеріалів – лісоматеріали (круглі, довгомірні, довгоття, комбіноване довгоття, деревні хлести, деревина дров'яна), зібрані у в'язку для подальшого трелювання, складування або іншого оброблення.

Штабель лісоматеріалів – сукупність лісоматеріалів (круглих, довгомірних, довгоття, комбінованого довгоття, деревних хлестів, деревини дров'яної), рівно вкладених кількома паралельними за висотою шарами. Ширина штабеля рівна довжині лісоматеріалів у ньому.

Типи і розміри штабелів круглих лісоматеріалів слід вибирати відповідно до технологічного процесу лісопромислового складу та з урахуванням устаткування, задіяного у процесі штабелювання, а на прирічкових складах також відповідно до умов зберігання і підготовки лісоматеріалів до лісосплаву. Формувати і розбирати щільні рядові та пачкові штабелі слід у відповідності до технологічної карти.

Висота штабеля круглих лісоматеріалів повинна бути не більше 1/4 його довжини, але не повинна перевищувати полуторну довжину колод, укладених в такий штабель. Висота штабеля колод за ручного штабелювання повинна бути не більше 1,8 м.

Під час вкладання круглих лісоматеріалів у штабелі необхідно дотримуватись наступних вимог:

- окремі колоди в штабелі не повинні виступати за його межі більш ніж на 0,5 м;
- перекладки слід вкладати симетрично поздовжній вісі штабеля на відстані від торців колод не більше 1,0 м з кожного боку;
- міжрядні перекладки за висотою штабеля слід вкладати в одній вертикальній площині;
- перекладки вздовж штабеля необхідно вкладати в одну лінію таким чином, щоб їх кінці на стиках перекривались на довжину не менше 1,0 м;
- для запобігання розсипанню кінцеві частини штабелів повинні бути викладені з урахуванням кута природного розкочування колод, для чого кожен новий ряд слід формувати коротшим від попереднього на величину діаметру колоди з кожного боку;
- на кінцях щільних, щільно-рядових і пачкових штабелів повинні бути пристосування, які виключають довільне розкочування колод. За відсутності

таких пристосувань – кінцівки штабелів повинні мати кут, рівний куту природного розкочування колод (не більше 35°).

Круглі лісоматеріали на наземних складах за вологого способу зберігання укладають в щільні, щільно-рядові або пачкові штабелі (рис. 1 – а,б,в).

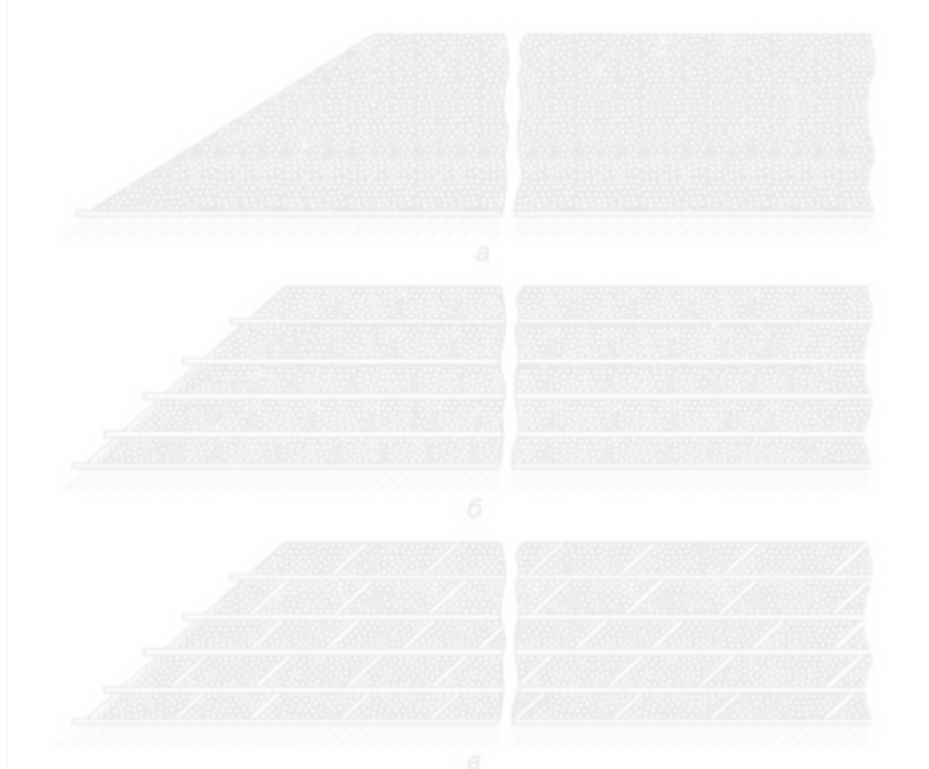


Рис. 8.3. Види штабелів лісоматеріалів наземних складів за вологого способу зберігання деревини: а – щільний штабель; б – щільно-рядовий штабель; в – пачковий штабель

Пачковий штабель лісоматеріалів – штабель, у якому лісоматеріали вкладають пачками, відокремленими одна від одної перекладками.

Рядовий штабель лісоматеріалів – штабель, у якому лісоматеріали (круглі, довгомірні, деревина дров'яна) вкладають щільними рядами, відокремленими один від одного горизонтальними перекладками.

Щільний штабель лісоматеріалів – штабель, у якому лісоматеріали вкладають без прокладок, щільними рядами.

Щільно-рядовий штабель лісоматеріалів – штабель, у якому лісоматеріали вкладають щільними рядами, з горизонтальними перекладками між групами рядів.

Круглі лісоматеріали за сухого способу зберігання укладають в рядові штабелі (рис. 2, а), короткомірні лісоматеріали можливо вкладати в рядові штабелі-кліті (рис. 2, б) або в розріджені пачкові штабелі (рис. 2, г) з циліндричних пакетів, сформованих за допомогою обв'язок. Дозволено укладати короткомірні лісоматеріали в щільні стоси (рис. 2, в).

Інтервали між штабелями і стосами повинні бути не менше їх висоти. Інтервали між штабелями-клітями повинні бути: в одному ряді – не менше 0,5 м; між рядами – не менше 1,0 м.

Для запобігання заболочуванням та розмивам ґрунтів у разі дощування, на території складу має бути об'єднана дренажна система. Дренажні лінії розміщують в розривах між штабелями і приєднують до колектора, яким вода відводиться у водойму.

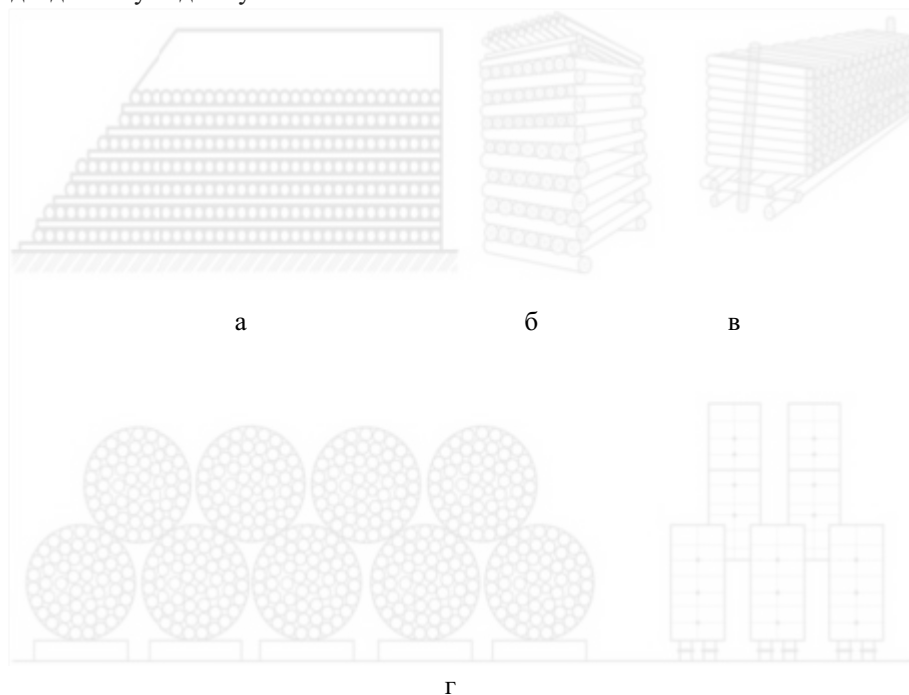


Рис. 8.4. Види штабелів лісоматеріалів наземних складів за сухого способу зберігання деревини: а – рядовий штабель; б – штабель-кліть; в – щільний стос; г – розріджений пачковий штабель

На нижніх складах і складах підприємств, орієнтованих на зберігання деревини, кожен штабель круглих лісоматеріалів позначають табличкою із зазначенням номера штабеля, виду лісоматеріалів, породи (породного складу),

розмірів, класу якості, кількості і об'єму колод, часу початку і кінця формування штабеля, режиму і планового терміну зберігання.

Укладання деревних хлестів (та довгомірних лісоматеріалів) у штабелі на складах виконують відповідно до нормативно-технічної документації, розробленої на конкретному підприємстві.

Деревні хлести слід вкладати в штабелі на підштабельну основу. Крайні у ряді пачки хлестів повинні бути ув'язані канатом або дротом. Висота штабеля хлестів повинна бути не більше: у разі вкладання щелепним навантажувачем – 3 м; кабель-краном – 6 м; мостовим, козловим, баштовим краном – 12 м. Штабелі висотою 7 м і вище слід формувати і розбирати грейферами.

Правила маркування, обліку та зберігання круглих лісоматеріалів.

Круглі лісоматеріали товщиною від 15 см за серединним діаметром і від 14 см за верхівковим діаметром маркують покладно в пунктах їхнього виготовлення. Покладному маркуванню не підлягає деревина дров'яна промислового та не промислового використання. Лісоматеріали, об'єм яких визначається груповими методами, а також ті, що поставляються сплавом, допускається покладно не маркувати. Маркування повинне містити позначення класу якості і товщини лісоматеріалів. Якщо нормативно-технічні документи встановлюють один клас якості лісоматеріалів, то маркування повинно містити тільки позначення товщини, окрім класу якості А та В. За умови складування в одному стосі чи штабелі або постачання в одній партії лісоматеріалів різних довжин, слід маркувати їх і за довжинами.

Реквізити маркування наносять на верхні торці лісоматеріалів водостійкими фарбами (за необхідності) або фарбами і крейдою, стійкими до атмосферних впливів. Допускається наносити маркування іншими засобами, що забезпечують його збереження до отримання лісоматеріалів споживачем.

Умовні позначення реквізитів маркування:

а) клас якості – буквами А, В, С та D; з'єднувальні одиниці лісоматеріалів (пачки, пакети, стоси та штабелі) дров'яної деревини можливо позначати буквами «д.д.п» – для промислового використання і буквами «д.д.н» – не промислового використання;

б) товщина (згідно прийнятої системи обліку лісоматеріалів – за верхівковим або за серединним діаметром), см, – арабськими цифрами:

20, 30, 40 тощо – 0;

21, 31, 41 тощо – 1 (за умови градації за діаметрами 1 см);

22, 32, 42 тощо – 2;

23, 33, 43 тощо – 3 (за умови градації за діаметрами 1 см);

14, 24, 34 тощо – 4;

15, 25, 35 тощо – 5 (за умови градації за діаметрами 1 см);

16, 26, 36 тощо – 6;

17, 27, 37 тощо – 7 (за умови градації за діаметрами 1 см);

18, 28, 38 тощо – 8;

19, 29, 39 тощо – 9 (за умови градації за діаметрами 1 см).

Умовні позначення повинні мати висоту 30–50 мм.

У разі використання електронного обліку деревини та кріплення бирок – нанесення маркування на верхні торці лісоматеріалів не обов'язкове.

Пачки або з'єднувальні одиниці лісоматеріалів, підготовлених до реалізації, повинні мати прикріплений до них ярлик з реквізитами: номер штабеля або пачки (пакету), деревна порода (або породний склад: хвойні, м'яколистяні, твердолистяні), кількість колод та їх загальний об'єм. Номер штабеля або пакету (пачки) має дублюватись нанесенням на декількох колодах або на іншому ярлику. Реквізити наносять незмивною фарбою або іншими засобами, які забезпечують збереження реквізитів до отримання лісоматеріалів споживачем.

У разі визначення об'єму лісоматеріалів штабельним методом обміру кількість колод не вказують (або вказують на вимогу споживача, що має бути передбачено контрактом).

Для лісоматеріалів класу якості А та В, а також з деревини цінних порід (горіхових, букових, дубових, ясеневих, берестових, кленових, каштанових, платанових, черешневих, вишневих, яблуневих, грушевих та акації) допускається поколотне номерне маркування шляхом прикріплення на верхній торець кожної колоди (або на обидва торця) бирки зі штриховим і дублюючим його цифровим, візуально читабельним, кодом з реквізитами: лісозаготівельник (продавець) та номер колоди або маркування цифрового коду за допомогою інших видимих засобів (фарби, клейма, тощо).

Допускається маркування партіями круглих лісоматеріалів класу якості С, окрім цінних порід деревини, та класу якості D довжиною до 2,0 м і товщиною від 15 см і більше за серединним діаметром (класи D1b – D6 згідно з ДСТУ EN 1315-1, ДСТУ EN 1315-2) та від 14 см і більше (за верхівковим діаметром).

Допускається маркування партіями круглих лісоматеріалів класів якості С і D товщиною 15 см – 24 см за серединним діаметром (класи D1b – D6 згідно з ДСТУ EN 1315-1, ДСТУ EN 1315-2) або від 14 см до 24 см (за верхівковим діаметром).

Правила класифікації та сортування круглих лісоматеріалів регламентовані наступними нормативними документами: ДСТУ EN 1316-1, ДСТУ EN 1316-2, ДСТУ EN 1927-1, ДСТУ EN 1927-2, ДСТУ EN 1927-3, ДСТУ EN 1315-1, ДСТУ EN 1315-2. Дозволена класифікація лісоматеріалів за умовами контракту. Однак

додаткові вимоги щодо певного класу деревини не повинні виходити за межі такого класу і підвищувати якісні характеристики колод.

Круглі лісоматеріали, що передаються споживачеві на нижніх складах, та які транспортуються залізничним або автомобільним транспортом, сортують і вкладають у штабелі, з'єднувальні одиниці (пакети, пачки) за класами якості – відповідно до вимог нормативно-технічних документів та/або за умовами контракту.

Облік круглих лісоматеріалів здійснюється на основі вимірювань та визначення об'ємів за ДСТУ 4020-2 (prEN 1309-2). Круглі лісоматеріали товщиною від 15 см і більше за середнім діаметром (класи D1b – D6 згідно з ДСТУ EN 1315-1, ДСТУ EN 1315-2) та від 14 см і більше (за верхівковим діаметром) підлягають поколодному обліку в пунктах їх виготовлення. У спірних випадках ділові сортименти у штабелі обліковуються за методом поколодного вимірювання. Поколодному обліку не підлягає деревина дров'яна промислового та не промислового використання, яку слід обліковувати за штабелним методом обміру згідно вимог ДСТУ 4020-2 (prEN 1309-2).

Електронний облік деревини здійснюється (ЕОД) лісокористувачами у відповідності до нормативно-правових документів з ведення електронного обліку деревини.

Залежно від кліматичних умов окремих районів, територія України по відношенню до зберігання лісоматеріалів умовно поділяється на чотири кліматичні зони:

1-а зона – Волинська, Рівненська, Тернопільська, Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька та Закарпатська області;

2-а зона – Житомирська, Київська, Чернігівська, Сумська області;

3-я зона – Хмельницька, Вінницька, Черкаська, Полтавська, Харківська області;

4-а зона – Одеська, Миколаївська, Херсонська, Кіровоградська, Запорізька, Дніпропетровська, Донецька, Луганська області, Автономна республіка Крим.

Вологий спосіб зберігання застосовують для круглих лісоматеріалів, призначених для виробництва пиломатеріалів, заготовок, шпону (пиляного, лущеного, струганого), а також довгомірних лісоматеріалів, призначених для кріплення гірничих виробок та виробництва целюлози.

Сухий спосіб зберігання застосовується для лісоматеріалів, що використовуються в круглому вигляді (будівельні колоди, щоглові, гідробудівельні колоди, колоди для кріплення гірничих виробок та виробництва целюлози).

8.2. Розвантажувально-відвантажувальні роботи на лісових складах.

Технологічний процес на нижньому складі починається з розвантаження стовбурів, дерев або сортиментів, доставлених по лісовозній дорозі транспортними засобами із навантажувальних майданчиків (верхніх складів) лісосік. До обладнання, яке використовується на розвантаженні деревної сировини з лісотransпортних засобів, висувається ряд вимог, які зумовлюються формою, розмірами і масою пакетів деревини, що розвантажується. Це обладнання, як правило, повинно забезпечувати переміщення вантажу у вертикальній і горизонтальній площині, механізацію захоплення і відчеплення, а також створювати умови для ефективного виконання подальших лісоскладських операцій. Розвантаження деревної сировини з рухомого складу лісовозних доріг виконують різними способами: з підніманням пачки деревини; зіштовхуванням (стягненням) пачки деревини; під дією сили тяжіння пачки деревини (рис. 6.1).

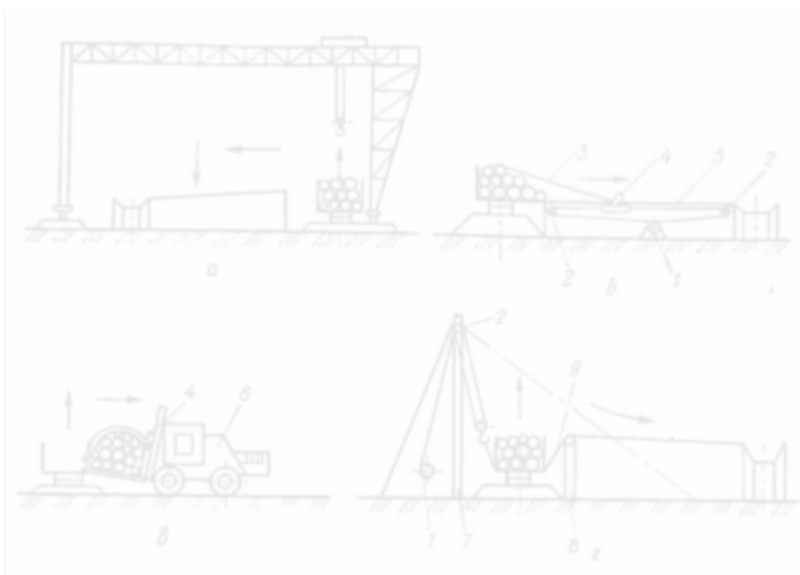


Рис. 8.5. Схеми розвантаження деревини з рухомого складу:

а – краном; б – розвантажувально-розсоряджувальною установкою (РРУ); в – самохідним автoнавантажувачем; г – колодоскидувачем; 1 – лебідка; 2 – направляючі блоки; 3 – канатні стропи; 4 – захоплювач; 5 – тяговий канат; 6 – пневматичне шасі; 7 – щогла; 8 – головна частина естакади; 9 – піднімально-несучий канат

При розвантаженні з підніманням (рис. 6.1, а, в, г) лісоматеріали захоплюють, піднімають вертикально і переміщують до місця складування. Цей спосіб дозволяє подавати деревину безпосередньо на обробку, перевантаження на інший вид лісовозного транспорту, приймальні площадки розкрязувальних

установок і в штабелі запасу (рис. 6.1, а, в) або тільки на приймальний майданчик (рис. 6.1, з).

При *зіштовхуванні і стягуванні* (рис. 6.1, б) пачка переміщується до місця укладання без піднімання, а при розвантаженні *під дією сили тяжіння* ковзає або перекочується по похилій опорі (рис. 6.1. г).

Крани, що застосовуються на лісопромислових складах. Оскільки операцію розвантаження доцільно здійснювати за один прийом, на розвантаженні рухомого складу лісовозного транспорту з укладанням дерев або стовбурів на приймальний майданчик, у запас і при подачі безпосередньо на обробку широко застосовують мостові, козлові, стрілові, двониткові кабельні крани, або консольно-козлові крани великої вантажопідйомності (ЛТ-62А, ККЛ-32). Незважаючи на різноманіття конструктивних рішень до вантажопідйомного обладнання ставляться загальні вимоги, що обумовлюються значною масою, габаритами, несиметричністю форми переміщуваних вантажів (пачки хлестів, напівхлестів, колод). При цьому слід враховувати, що лісоматеріали розміщуються на значній площі під час їхнього складування. Слід враховувати і об'єм пачок лісоматеріалів (22–35 м³), що доставляються на нижній склад сучасними транспортними засобами. Для подальшого їхнього розвантаження необхідні розвантажувальні установки вантажопід'ємністю 20–30 т. Водночас, пачки хлестів, що розвантажуються із рухомого складу лісовозної дороги, різняться за параметрами, збіжистю стовбурів, протяжністю крони. Тому, пачка хлестів приймає горизонтальне положення у процесі розвантаження, якщо вона підвішена не на одній, а на двох, паралельно розташованих гілках вантажопід'ємного канату, при цьому центр ваги знаходиться поміж ними (цими гілками).

Крани мають широке застосування на нижніх лісових складах, сировинних лісперевалювальних базах (біржах сировини), лісопильно-деревообробних та інших підприємствах для виконання різних видів робіт.

Вибір того чи іншого типу крана залежить від форми і маси вантажу, операцій, що виконуються, умов роботи. При цьому, розвантажувально-відвантажувальні установки повинні переміщувати вантаж як у вертикальному так і у горизонтальному напрямках. Застосовувані в лісовому секторі Промисловості крани, що застосовуються у лісовому секторі, можна поділити на три основні типи: **МОСТОВІ**, **СТРІЛОВІ** і **КАБЕЛЬНІ**. У кожній групі наявні різні види кранів. До кранів **МОСТОВОГО** типу належать мостові, козлові та консольно-козлові (рис. 6.2). Вантажозахоплюючий орган підвішується до вантажної каретки, яка переміщується по пересувному мосту. У **МОСТОВИХ** кранів (рис. 6.2, а) міст переміщується по рейковому шляху, закріпленому на колонах чи елементах споруд; у **КОЗЛОВИХ** кранів (рис. 6.2, б) міст установлений на двох

високих опорних стояках (козлах), що переміщуються по наземному крановому шляху; у **КОНСОЛЬНО-КОЗЛОВИХ** кранів (рис. 6.2, в) міст має одну чи дві консолі, встановлений на двох високих опорних стояках (козлах) і переміщується також по наземному крановому шляху.

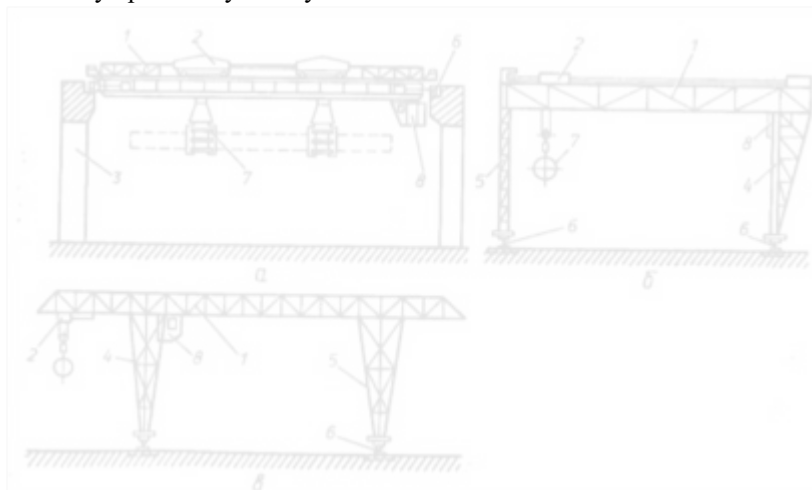


Рис. 8.6. Схеми кранів, які використовуються на розвантаженні:

а – мостовий; **б** – козловий; **в** – консольно-козловий; 1 – мостова ферма; 2 – вантажна каретка; 3 – естакада; 4 і 5 – жорстка і шарнірна опори; 6 – ходові каретки; 7 – захоплюючий пристрій; 8 – кабіна кранівника

Мостові крани застосовують для розвантаження деревної сировини з рухомого складу лісовозного транспорту за один прийом і створення запасів деревної сировини на нижніх складах. Крани досить стійкі, великої вантажопідйомності, мають жорстку конструкцію і прості в експлуатації. До недоліків варто віднести великі витрати на будівництво кранових шляхів.

Розташування кранових шляхів мостового крана над територією складу дає змогу розміщати під естакадою технологічне устаткування, транспортери і шляхи внутрішньоскладського рейкового і безрейкового транспорту, що можуть перетинатися (у плані) із крановими шляхами. Завдяки цьому поліпшується використання території складу і спрощується його компонування.

На лісозаготівельних підприємствах застосовують мостові крани КМ-ЗОГ, КМ-3001 і КМ-3076, вантажопідйомністю по 30 т і з прольотом – 32 м; вони працюють зі швидкостями механізмів відповідно: підіймання вантажу 0,13 і 0,33 м/с, пересування крана 1,3 і 1,67 м/с. Сумарна потужність двигунів у крана КМ-ЗОГ становить 94 кВт, у кранів КМ-3001, КМ-3076 – 141 кВт. Ці крани доцільно використовувати на складах із вантажообігом 350 тис. м³ і більше.

Козлові крани, так само як і мостові, застосовують на розвантаженні деревинної сировини з рухомого складу лісовозного транспорту і для створення запасів деревної сировини на нижніх складах. Крани обслуговують велику територію складу для запасів деревної сировини, досить стійкі.

Витрати на будівництво наземного кранового шляху менші, ніж у мостових кранів. До недоліків кранів варто віднести велику металоємність і парусність. Козлові крани не мають зовнішніх консолей, а тому їхній міст перекидає лісовозну дорогу, тобто лісовозний транспорт під час вивантаження деревної сировини повинен знаходитися під мостом. Це, у свою чергу, зменшує територію складу для створення запасів деревної сировини.

На вивантаженні з укладанням пачок чи стовбурів дерев у запас застосовують козлові крани К-305Н, К-405 і ЛТ-62.

Козловий кран ЛТ-62, вантажопідймальністю 32 т, випускається з прольотом 32 і 40 м. Швидкість підймання вантажу 0,2 м/с; переміщення каретки 0,55 м/с і переміщення крана 0,85 м/с. Найбільша висота підймання вантажу 12 м. Сумарна потужність електродвигунів 113 кВт. Несучі ферми й опори крана мають ґратчасту конструкцію; під кожною опорою знаходиться по два візки, один з яких є ведучим.

Управління механізмами крана зосереджено в кабіні кранівника. Її розташування має забезпечувати сприятливі умови для спостереження за процесом роботи. У козових і деяких моделях консольно-козових кранів кабіна розташована у верхній частині жорсткої опори. Консольно-козові крани частіше обладнуються пересувною кабіною, яка пов'язана тягою з вантажною кареткою і пересувається разом із нею вздовж балки.

Для запобігання аваріям у системі управління крана наявний ряд блокувань, які автоматично обмежують висоту піднімання вантажної траверси, а також вихід вантажної каретки і власне крана за межі робочих ділянок. Блокування дверей кабіни кранівника не допускає включення механізмів крана, якщо двері кабіни відкриті. Козлові крани обладнані пристроєм, який реєструє вітрове навантаження на конструкцію крана. У разі вітру, сила якого стає небезпечною (1,5 МПа, що відповідає швидкості вітру 12 м/с), оскільки може викликати самопересування крана, включаються світловий і звуковий сигнали. При цьому робота на крані припиняється і включаються протиугінні захоплювачі.

Подача електроенергії до козових кранів зазвичай здійснюється за допомогою гнучкого чотирьохжильного кабелю. Деякі моделі кранів обладнані кабельним барабаном, який механізує намотування і розмотування електричного кабелю під час пересування крана. Електродвигуни козових кранів живляться від тролейних проводів, прокладених уздовж естакади.

Електроенергія, яка надходить до двигунів вантажної каретки, знімається з тролейних проводів, протягнутих вздовж моста.

Козлові крани, у яких кінці несучої ферми виступають за опори у вигляді консолей, називаються **КОНСОЛЬНО-КОЗЛОВИМИ**. У таких кранів штабелі можна додатково розміщувати під консолями, що збільшує площу, зайняту штабелями, і дозволяє при тій же протяжності кранових шляхів створювати більший запас лісоматеріалів.

Консольно-козлові крани мають по дві консолі, по одній на кожному кінці моста. Крани застосовують для штабелювання і відвантаження лісоматеріалів, а також для розвантаження (крани великої вантажопідйомності) рухомого складу лісовозного транспорту, подавання деревинної сировини на оброблення і створення запасів. Завдяки консолям і конструкції, що дає змогу переносити пакети стовбурів із прольоту на консолі, стає можливим укласти під краном три секції штабелів чи стовбурів дерев: по одній секції під консолями, а одну – у прольоті крана.

Консольно-козловий кран ККЛ-32 має вантажопідймальність 32 т і такі швидкості (м/с): підймання вантажу – 0,22 м/с, пересування каретки і крана – 1,0 м/с. Сумарна потужність двигунів – 171,5 кВт. Кран поставляється з радіальним грейферним захоплювачем, призначеним для розвантаження стовбурів (дерев) із лісовозного транспорту, укладання їх у запас і подачі із запасу до ліній оброблення. Консольно-козловий кран ЛТ-62А має проліт 40 м, дві консолі по 13,5 м, вантажопідйомність 32 т, висоту піднімання гака – 16 м, вантажу – 12 м.

На операціях відвантаження лісоматеріалів у вагони і штабелювання сортиментів застосовують також двохконсольні крани ККС-10 і ККЛ-12,5 вантажопідйомністю відповідно 10 і 12,5 т, з прольотом 32 м і консолями довжиною 7,5 і 9 м (у крана ККС-10) і по 10 м (у крана ККЛ-12,5). Сумарна потужність двигунів становить 42 і 102 кВт.

Окрім вищезгаданих кранів на лісопромислових складах використовують також консольно-козлові крани ККУ-7, ККУ-10 і ККЛ-16. Технологічна схема роботи крана мостового типу на операції розвантаження наведена на рис. 6.3. Лісоматеріали на нижній склад надходять лісовозною автодорогою 1. За допомогою козлового або мостового крана 3 лісоматеріали розвантажують у штабель запасу деревної сировини 2 або на розвантажувальний майданчик 4. Цим же краном за необхідності матеріали подаються із штабеля на майданчик. Як недолік цієї схеми слід вказати у відведенні значної території під дорогу. Продуктивність консольно-козлових кранів знаходиться в межах 55–80 м³/год.

Кабельні крани застосовують для розвантаження деревної сировини з рухомого складу, подачі її в запас і на переробку. Характерна особливість

кабельних ранив – гнучкий сталевий канат по якому рухається вантажна каретка (возик). Завдяки незначній, у порівнянні із мостовою фермою, вазі несучого канату значною мірою може бути збільшений проліт між опорами (щоглами) крана. Кабельні крани можуть створювати запаси деревної сировини об’ємом до 1000–2500 м³. На лісозаготівлях використовують стаціонарні однопіткові і двопіткові кабельні крани. Однопіткові кабель-крани використовують також для штабелювання сортиментів чи стовбурів на верхніх складах.

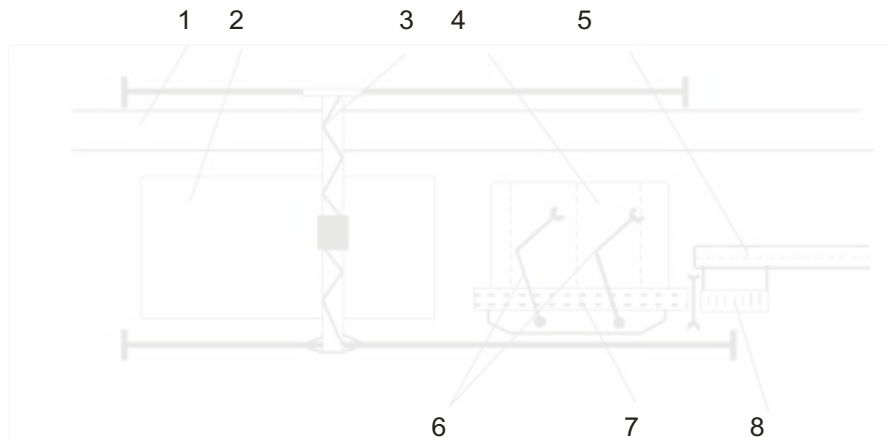


Рис. 8.7. Технологічна схема роботи козлового крана на розвантаженні

Звичайний однопітковий кабельний кран складається із двох щогл 1, між якими натягується несучий канат 2 (рис. 6.4). У кранів, що застосовуються в лісовій промисловості, зазвичай кінці несучого каната кріпляться за щогли до спеціальних опор. Уздовж несучого каната переміщується вантажна каретка 4 за допомогою тягового каната 5.

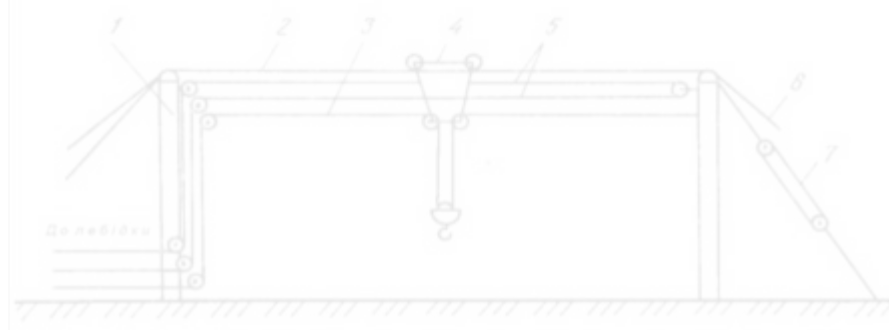


Рис. 8.8. Схема кабельного крана:

1 – щогли-опори; 2 – несучий канат (несівна линва); 3 – вантажо-підіймальний канат; 4 – вантажна каретка; 5 – тяговий канат; 6 – розтяжки; 7 – поліспаст для натягу несучого канату

Вантаж підіймається вантажопідіймальним канатом 3, один кінець якого закріплюється на щоглі (рідше на каретці), інший намотується на барабан лебідки.

На нижніх лісових складах зазвичай використовують двониткові кабельні крани, які мають по дві спарені щогли, між якими натягується несучий канат. Розрізняють стаціонарні та пересувні кабельні крани. Пересувні кабельні крани використовують на великих лісопромислових складах для розвантаження колод із води, штабелювання та навантаження лісоматеріалів із штабелів на залізничний рухомий склад.

Найбільшого поширення і застосування на розвантажуванні лісоматеріалів отримав стаціонарний кабель – кран КК-20 з жорстким кріпленням несучого каната. Він складається з чотирьох щогл, дванадцяти якорів, канатно-блокової системи, двох вантажних кареток, які з'єднані між собою поперечною, розтяжок для щогл, двох лебідок та інших допоміжних пристроїв. Між кожною парою щогл натягнуто несучі канати, по яких за допомогою канатно-блокової системи переміщуються на катках вантажні каретки. Вантажопідіймальні органи кареток приводяться в рух також канатно-блоковою системою. Лебідка встановлюється між двома парними щоглами. Кабельний кран КК-20 має вантажопідйомність 20 т, може мати проліт 70 або 100 м, висоту піднімання вантажу 5 або 7,5 м, встановлена потужність 44 кВт. Швидкість піднімання вантажу – 0,083 м/с, переміщення кареток – 0,5 м/с.

Сучасні кабельні крани, у яких проліт досягає довжини 300–500 м, а пересувні опори являють собою металеві щогли ґратчастої конструкції висотою 30–50 м, пересуваються по рейкових шляхах.

Мостокабельні крани мають опори, перекриті жорстким металевим мостом, до кінців якого приєднуються несучі канати. Міст крана перебуває під дією навантаження від власної ваги і зусилля, створюваного натягом канатів. Ці навантаження, маючи різні знаки, частково врівноважуються, тому маса силової конструкції моста відносно невелика, що дозволяє доводити довжину прольоту до 100–150 м. Ширина кранових шляхів під кожною опорою мостокабельних кранів значно менша, ніж у кабельних, завдяки чому ефективніше використовується площа лісопромислового складу.

Стрілові крани застосовують для відвантаження і штабелювання готової продукції (сортиментів, пиломатеріалів, технологічної тріски, дров і т.д.) Залежно від конструкції ходової частини ці крани поділяють на автомобільні,

гусеничні та крани з ходовими каретками, які пересуваються по рейкових шляхах. До останніх відносяться **баштові крани**, які часто використовуються на лісопромислових складах.

Найбільшого застосування тут тримали баштові крани двох моделей: КБ-572 (КБ-572А) і БКСМ-14ПМ2. Несучою конструкцією у них є башта з стрілою, яка може повертатися (обертатися) на 360°.

Основою баштового крана (рис. 6.5) є портал, стійки 10 якого спираються на чотири ходові каретки 9 із балансірною підвіскою коліс. На порталі встановлена башта 12, на якій знаходиться поворотна головка 5, із кабіною кранівника 4. Для потрапляння в кабіну слугує драбина 13. На стику між баштою і поворотною головкою розташований механізм обертання стріли. До нижнього поясу поворотної головки шарнірно кріпляться стріла 6 і з протилежного боку консоль противаги 3 із вантажем 1. Стріла і консоль противаги утримуються в робочому (горизонтальному) положенні розтяжками 2, закріпленими наверху поворотної головки. Уздовж нижнього пояса стріли знаходяться перемішувальні балки, по яких пересувається на катках вантажна каретка 7. Відстань від крайнього положення каретки до осі обертання поворотної головки прийнято називати вильотом гака. Лебідка пересування вантажної каретки розташована біля основи стріли, а лебідки піднімання та опускання вантажу – на консолі противаги. До рухомої обойми 8 підвішується гак або грейфер.

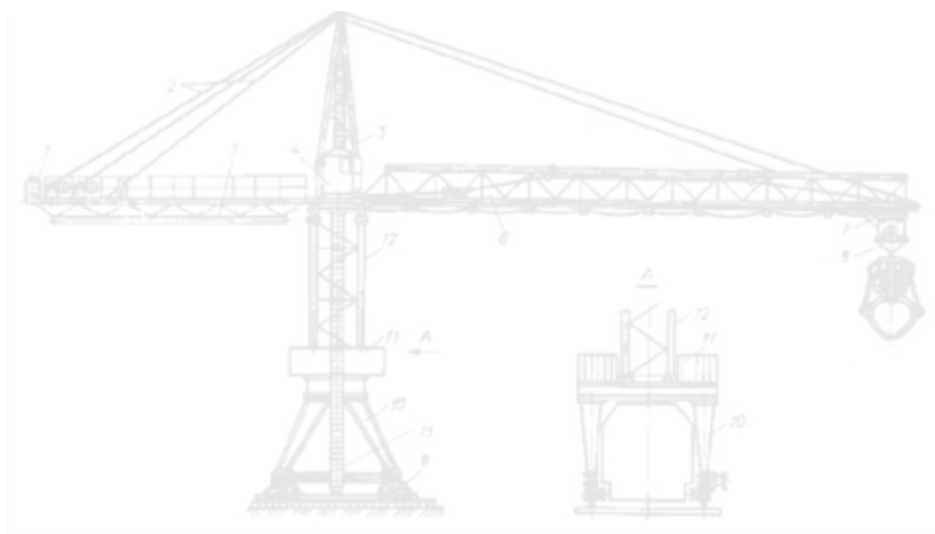


Рис. 8.9. Загальний вигляд баштового крана

Стійкість крана забезпечується значною опорною площею та баластом (аутригером) 11, розміщеним над порталом, завдяки чому знижується розташування центру ваги крана.

Внутрішні розміри portalу баштових кранів дозволяють пропускати через нього вантажний рухомий склад широкої колії залізниць. Однак у зв'язку з тим, що вздовж навантажувального тупика повинна проходити естакада для безпечного навантаження, а ширина portalу сучасних баштових кранів недостатня для розташування всередині нього і навантажувального тупика і естакади, вантажний тупик розміщується не всередині кранового шляху, а поруч з ним.

Автомобільні та гусеничні стрілові крани використовують на складах з невеликим вантажообігом. Вони є кранами загального призначення, конструкція яких не повністю відповідає специфічним умовам, які висуваються до лісонавантажувальних кранів. Більшість автомобільних кранів монтується на базі серійних автомобілів. Застосовуються також крани, що встановлюються на спеціальні колісні шасі з пневматичними шинами. На рамі шасі таких кранів розміщується поворотна платформа, на якій знаходяться кабіна оператора, механізми повороту платформи та інше обладнання.

Перевагою гусеничних кранів є велика стійкість. Більшість моделей кранів на гусеничному ході пристосовані до роботи з ґаком і ґрейфером. Їх застосовують для штабелювання колод і навантаження з підтягуванням. На берегових лісопромислових складах для штабелювання, навантаження і скидування колод на воду використовують крани-маніпулятори на базі серійних тракторів.

Розвантажувально-розосереджувальні установки. На лісопромислових складах багатьох лісозаготівельних підприємств використовують канатно-блокові установки. Розвантажувально-розосереджувальні установки ЛТ-10 (РРУ-10М), ЛТ-74 (рис. 6.6) застосовують для розвантаження деревної сировини з рухомого складу лісовозного транспорту, розтягування пачок стовбурів (дерев) вздовж розвантажувально-розкрязувального майданчика, поштучного подавання лісоматеріалів на транспортер напівавтоматичної розкрязувальної лінії та для інших робіт. Упоперек розвантажувальної площадки 1 паралельно один одному на відстані 8–10 м розміщені дві незалежні канатні системи з приводом від лебідок 6, розташованих під естакадою. Кінці канату 5 і 7, що кріпляться до барабана лебідки, через блоки 4 виходять на поверхню естакади і приєднуються до човникового захоплювача 2.

Для стягування пачки з автомобіля (залізничного зчеп) стояки коників відкидають із боку розвантаження, а захоплювач подають до краю естакади.

Пачку охоплюють стропами 3, кінці яких приєднують до гаків захоплювачів, включають двигуни лебідок на робочий хід, і захоплювачі стягують пачку з коників на естакаду таким чином, щоб можна було укласти кілька пачок в один ряд. Це дає змогу укласти на естакаді запас стовбурів чи дерев об'ємом до 150 м³. Після закінчення розвантаження стропа від'єднують від захоплювачів. Далі пачка розтягується човниковими захоплювачами на дрібні частини, а потім поштучно на дерева чи стовбури.

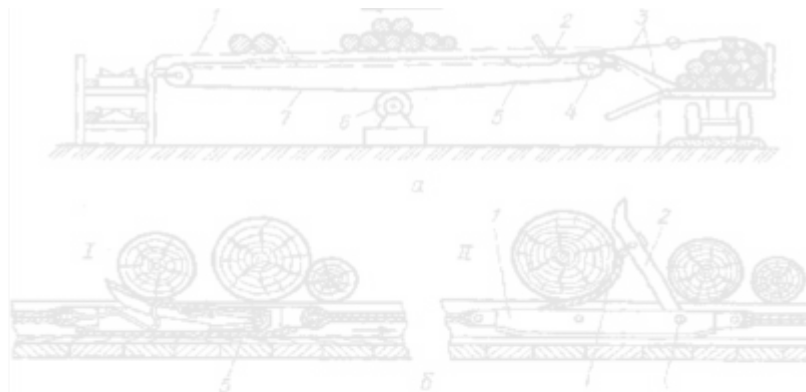


Рис.8.10. Схема канатно-блокової установки:
а – ЛТ-10 (РРУ-10М) і ЛТ-74; б – схема човникового захоплювача

За цим же принципом працюють розділювач стовбурів РХ-2 і розділювач дерев РД-2, призначені відповідно для розвантаження та розділення пачок стовбурів і дерев. Розділювач РД-2 має ланцюговий тяговий пристрій замість канатного. Керування цими установками дистанційне.

Самохідні лісонавантажувачі. На великих лісопромислових складах зі значним сезонним запасом і розвиненою переробкою лісоматеріалів, існуючі рейкові крани та транспортери, які мають строго фіксований шлях переміщення і зони обслуговування, не завжди можуть забезпечити необхідну технологічність внутрішньоскладських переміщувальних операцій. У таких випадках набагато ефективніше і доцільніше застосовувати самохідні лісонавантажувачі (рис. 6.1, в). Перевагами автонавантажувачів є висока маневреність, універсальність і комплексна механізація всього процесу від захоплення пачки до її укладання.

Для нормальної експлуатації лісонавантажувачів необхідно, щоб дороги та майданчики, по яких вони переміщуються, мали тверде покриття. Більшість лісонавантажувачів обладнано телескопічним вантажопідійомником із захоплюючим пристроєм. Вантажопідійомник з підйомною вилкою незручний

при вантаженні лісу на залізничний рухомий склад, особливо у напіввагони. Тому для такого виду робіт слід застосовувати лісонавантажувачі, що мають стрілу з клішовим захоплювачем.

Лісонавантажувачі поділяються на три основні групи:

- вантажопідйомністю 0,6–1,5 т із приводом від електродвигунів постійного струму, які живляться від акумуляторної батареї;

- вантажопідйомністю 3–10 т з приводом від двигуна внутрішнього згоряння;

- вантажопідйомністю 20–30 т, призначені для розвантаження стовбурів і дерев з рухомого складу лісовозних доріг, подачі пачок на розвантажувальну естакаду або в штабелі запасу.

Лісонавантажувачі першої групи не мають кабіни (водій працює на відкритому сидінні), проте обладнані масивними гумовими шинами, адже призначені для роботи в закритих приміщеннях і на рівних майданчиках з твердим покриттям.

Лісонавантажувачі другої групи використовують для роботи на відкритих майданчиках, тому вони забезпечені закритою кабіною і пневматичними шинами.

Автомобільні навантажувачі другої групи підрозділяють на навантажувачі з фронтальним і боковим захоплювачем. У навантажувачів з фронтальним захоплювачем вантажопідйомник з робочими органами розміщений попереду кабіни, а у навантажувачів з боковим захоплювачем – збоку.

Навантажувачі з боковим захоплювачем зручні для роботи на лісопромислових складах із порівняно вузькими проїздами між штабелями, оскільки при підході до штабеля для укладання або захоплення пачки вони не повинні розвертатися на 90°. Крім того, розміщення довгомірних лісоматеріалів уздовж осі навантажувача покращує його прохідність по обмеженій складській території і не заважає огляду водія.

Для стійкості лісонавантажувача з боковим захоплювачем слугують два гідродомкрати, на які він спирається при виконанні вантажних операцій з висунутим вантажопідйомником.

Продуктивність кранів на розвантажувально-відвантажувальних операціях.

Продуктивність крана мостового типу на розвантаженні можна визначити за наступною формулою:

$$\Pi = \frac{T \times \Phi_1 \times \Phi_2 \times \Phi_3 \times Q}{2 \left(\frac{2h}{V_1} + \frac{l_{KP}}{V_2} + \frac{l_{KAP}}{V_3} \right) + t_1 + t_2} \quad (\text{м}^3/\text{ЗМ}), \quad (6.1)$$

де T – тривалість зміни, с; Φ_1, Φ_2, Φ_3 – відповідно коефіцієнти: використання робочого часу; використання вантажопідйомності механізму; суміщення виконання операцій; Q – об'єм пакета, з яким працює кран (при переміщенні лісоматеріалів із рухомого складу об'єм пакета дорівнює вантажопідйомності автолісовоза); h – середня висота піднімання і опускання вантажу; l_{KP} – шлях переміщення крана, м; l_{KAP} – довжина шляху переміщення каретки; V_1, V_2, V_3 – відповідно швидкості піднімання-опускання вантажу, переміщення крана, переміщення каретки, м/с.

Продуктивність кабельного крана на розвантаженні можна визначити за такою формулою:

$$\Pi = \frac{T \times \Phi_1 \times \Phi_2 \times \Phi_3 \times Q}{2 \left(\frac{2h}{V_1} + \frac{l_{KAP}}{V_3} \right) + t_1 + t_2} \quad (\text{м}^3/\text{З})\text{М} \quad (6.2)$$

8.3. Розкрязування лісоматеріалів. Поперечне розпилювання стовбурів є найбільш поширеним видом первинної переробки деревини. Поперечне розпилювання стовбурів на окремі відрізки (сортименти) називається розкрязуванням. Поперечне розпилювання довгих круглих лісоматеріалів на короткі відрізки називають також розробленням довгоміру на короткомір. Його застосовують під час виробництва балансів, рудникових стояків і т.г.

За об'єкт праці в цьому випадку слугують стовбур і довгомір, що характеризуються: діаметром на відстані 1,3 м від відземка $d_{1,3}$ (діаметр відземка $d \approx 1,2 d_{1,3}$), довжиною L , об'ємом $V_{ст}$, формою, кривизною, збіжністю та рядом інших параметрів. У результаті розкрязування стовбурів одержують сортименти, які характеризуються: діаметром у верхньому відрізі $d_{вр}$, довжиною l та об'ємом $V_{с}$.

Рациональним розкрязуванням вважається таке, при якому отримується найбільший вихід ділової деревини, з мінімальною кількістю відходів і дров. Розкрязування стовбурів і розроблення сортиментного довгоміру необхідно виконувати з точністю, що допускається державними стандартами. Круглі лісоматеріали характеризуються визначеними розмірами та якісними ознаками (характеристиками), що відповідають цільовому призначенню їхнього використання (сфери застосування). До круглих лісоматеріалів різних класів якості (А, В, С, D) ставляться різні вимоги у відношенні вад деревини, серед

яких: сучки, здуття, кривизна, тріщини, ураження комахами, прорості, гнилизна, грибні забарвлення тощо. Перед розкрязування хлестів (стовбурів) здійснюється їхня розмітка в залежності від наявних вад. Зазвичай розмітка здійснюється від відземка (комеля) до вершини. При розкрязуванні доцільно враховувати збіжність та сучковатість стовбурів. Із малозбіжистої зони стовбура розмічають лісоматеріали більшої довжини, а із сильно збіжистої – короткі. Довгомірні лісоматеріали зазвичай отримують із бесучкової зони. Допуски довжин сортиментів, що відпилюються, при крязуванні стовбурів не повинні перевищувати 5 см, а при розробленні довгоміру на короткомір ± 2 см.

Розкрязування стовбурів і розроблення довгоміру на лісових складах із малим річним вантажообігом здійснюють, як правило, за допомогою **переносних** механізованих інструментів (електромоторні і бензиномоторні ланцюгові пилки), а на середніх і великих складах на **стаціонарних** установках (напівавтоматичні розкрязувальні лінії).

Розкрязування моторними інструментами здійснюється у декілька етапів. Якщо стовбур обома кінцями торкається землі, абож знаходиться на підкладочних деревах, верхня його поверхня зазнає деформації стиснення. Спроба перепилити стовбур зверху неодмінно призведе до затискання прямої шини (рис. 8.11).



Рис. 8... Розкрязування стовбурів на підкладочних деревах

Тому, у першу чергу виконується верхній переріз на $1/3 - 1/4$ діаметра стовбура, після чого виконується нижній переріз. Розкрязування стовбурів із вільно звисаючими кінцями виконується у зворотній послідовності (рис 8...).

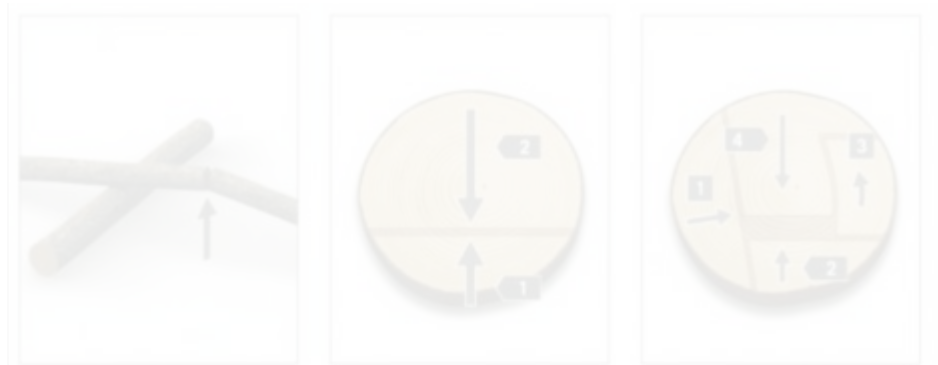


Рис. 8... Розкрязування дерев із вільно звисаючими кінцями
Можливий альтернативний спосіб розкрязування стовбурів на землі її використанням звалювального клина (рис. 8...).



Рис. 8... Розкрязування стовбурів із використанням звалювального клина

Стовбур перерізається зверху пока напрямна шина та звалювальний клин не увідуть у пропил. Залишаючи пилку в пропилі звалювальний клин забивається у пропил. Одночасно із пере різанням стовбура клин забивається якомога глибше.

Стационарні розкрязувальні установки можуть бути механізовані (з безпосереднім або дистанційним управлінням) і автоматизовані (напівавтоматичні та автоматичні).

Існує чотири методи розкрою стовбурів: *індивідуальний, програмний, знеособлений, груповий*.

При індивідуальному методі розкрязування хлестів моторист електро- чи бензопилки або оператор напівавтоматичної лінії візуально оцінює геометричні та якісні параметри стовбурів і, з урахуванням вимог державних стандартів, технічних умов та виробничої програми підприємства, послідовно дає замовлення на довжину кожного відрізка, що відпилюється. При цьому

враховуються приховані вади сировини, виявлені в результаті кожного пропилю. Стосовно виходу сортиментів цей спосіб є найоптимальнішим, оскільки забезпечує максимально можливий вихід ділової деревини. Однак продуктивність при цьому способі розкрязування обмежена.

Такий метод застосовується на малих лісопромислових складах при великій кількості листяної деревини, слабому розвитку або відсутності вторинної переробки деревини (лісопиляння, виробництво тріски, тари і т.п.).

При програмному методі розкрою стовбурів оператор також візуально оцінює якість стовбура і відразу вибирає та замовляє програму розкрою на весь стовбур. При цьому всі пропили, як правило, здійснюються одночасно. Цей спосіб забезпечує вищу ніж при індивідуальному способі продуктивність, але менший відсоток виходу ділової деревини. За програмного розкрою одержують задовільні результати при розкрязуванні підсортованої за якісними показниками деревинної сировини і дещо гірші при розкрязуванні непідсортованих стовбурів. Використовується на середніх складах з об'ємом хвойних порід понад 50 % або при наявності на складі цехів вторинної переробки.

При знеособленому методі розкрою всі стовбури розкрязовують на відрізки постійної довжини незалежно від їхніх розмірів та якості. Роль оператора зводиться лише до спостереження, тобто такі установки є повністю автоматизованими. Для цього способу характерний мінімальний відсоток виходу ділової деревини та висока продуктивність. Він потребує обов'язкового попереднього підсортування деревини за породами і розмірно-якісними ознаками.

Установки, які працюють за таким методом значно продуктивніші і конструктивно простіші, ніж установки, які здійснюють індивідуальний або програмний розкрій.

Знеособлений метод застосовують на великих лісопромислових складах із технологічним процесом, який передбачає глибоку переробку деревини, а також за переважання хвойної сировини.

При груповому способі розкрязовується одночасно кілька стовбурів (пачка стовбурів) і в результаті кожного пропилю одержують кілька відрізків однакової довжини. За цього методу розміри і якість окремих стовбурів при виборі довжин відрізків, що відпилюються, враховані бути не можуть, тобто використовується знеособлений метод розкрою.

Продуктивність розкрязувальних установок при груповому методі розкрязування є високою, але вихід високоякісних сортиментів різко зменшується. Переваги, недоліки та область застосування у цього способу такі ж, як і в знеособленому.

Класифікація розкрязувальних установок. Розкрязувальні установки класифікують:

- 1) за способом розкрязування – установки для поштучного і *групового* розкрязування стовбурів;
- 2) за способом подачі стовбурів – із поздовжньою, поперечною і змішаною подачею;
- 3) за кількістю пилок – одно- і багатопильні;
- 4) за конструкцією пильних механізмів – з рухомими і нерухомими пилками.

На установках з **ПОЗДОВЖНІМ** переміщенням стовбура можливий будь-який спосіб поштучного розкрою. Розрізняють наступні види таких установок:

- *односторонньої дії* – стовбур зупиняється перед кожним пропилом, а потім переміщується на довжину наступного відрізка;
- *двосторонньої дії* – одна пилка обслуговує два транспортери (поки на одному здійснюється пиляння, на іншому відбувається просування стовбура);
- *з плаваючою пилкою* (пилками) – подаючий транспортер рухається безперервно, а пилка (пилки) переміщуються під час пиляння зі швидкістю, яка відповідає швидкості транспортера, а потім повертається в початкове положення.

Установки з **ПОПЕРЕЧНИМ** переміщенням стовбура підрозділяють на **слешери** і **тримери**. У **слешерах** стовбур рухається безперервно, вали пилок розташовані в нерухомих опорах, тобто установки такого типу дозволяють використовувати тільки знеособлений спосіб розкрою.

У **тримерах** пилки встановлюються на коливних рамах, що дозволяє вводити їх у роботу в будь-якому поєднанні одна з одною і використовувати завдяки цьому програмний спосіб розкрою.

При **ЗМІШАНОМУ** переміщенні стовбура можливі поздовжньо-поперечна і поперечно-поздовжня схеми. При кожній з них одна частина стовбура (відземкова і серединна) розкроюються в процесі поздовжньої подачі, а друга (вершинна) – в процесі поперечної. Це дозволяє менш цінну частину стовбура розкроювати знеособленим, а більш цінну – індивідуальним методом, добиваючись одночасно якісного виходу ділової деревини та високої продуктивності.

Розкрязувальні установки з поздовжнім переміщенням стовбура. Під час розкрязування з поздовжнім переміщенням стовбура застосовують однопильні установки з круглими пилковими дисками в якості пиляльного механізму та систему додаткових пристроїв – притискні механізми, засоби для поздовжнього переміщення стовбура, механізми для видалення відпиляних

відрізків і системи відміру довжин відрізків. Такі верстати мають високу продуктивність і надійну конструкцію.

Найбільше застосування в промисловості отримали напівавтоматичні розкрязувальні установки з позовжнім переміщенням стовбура: ПЛХ-3АС, ЛО-15С, ЛО-15А з однодисковим пильним верстатом, для дрібних і середніх лісоматеріалів; ЛО-68 із дводисковим пильним верстатом для лісоматеріалів великого діаметра, ЛО-30 (гілкорізно-розкрязувальна).

Для поперечного розпилювання круглих лісоматеріалів використовують балансирні, маятникові, дводискові штангові, комбіновані штангово-маятникові та ланцюгові пиляльні механізми (рис.7.1). У розкрязувальних установках пильні диски розміщуються на рамі, яка здійснює КОЛИВАЛЬНИЙ або ПРЯМОЛІНІЙНИЙ ПОСТУПАЛЬНИЙ рух.

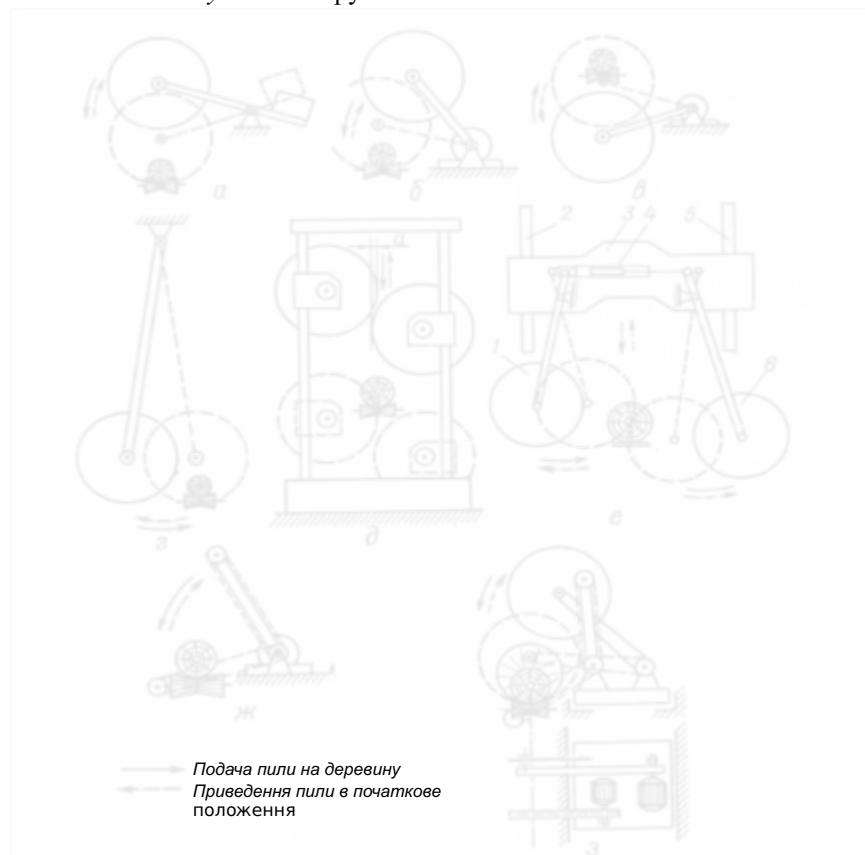


Рис.7.1. Пиляльні механізми:

а – балансирна пилка з подачею зверху вниз; б – маятникова пилка з подачею зверху вниз; в – те ж з подачею знизу вверх; г – те ж із верхньою підвіскою; д –

дводискова штангова пила; *е* – комбінована штангово-маятникова пила; *ж* – ланцюгова пила; *з* – комбінований пильний механізм з осьовим переміщенням пилок

До балансирних верстатів із насуванням пилки зверху на матеріал відносяться АЦ-2М, АЦ-1, ЦБ-3, ЦБ-4, а із насуванням знизу – ЦКБ-40; до маятникових верстатів з нижньою віссю гойдання рами відноситься верстат АЦ-3С, а з верхньою віссю – ДО-5, ЦМС-3 (рис.7.2).

Напівавтоматична кряжувальна установка ЛО-15С. Випускається замість напівавтоматичних ліній ПЛХ-ЗАС для розкряжування стовбурів діаметром у площині пропилу до 60 см.



Рис.7.2. Маятникова пила з подачею зверху вниз

По лісовозній дорозі 1 (рис. 7.3) стовбури з лісосіки доставляють на нижній склад і вивантажують на площадку 3. Розділювальним пристроєм 2 (РРУ-10М, ПРХ-2С) стовбури 4 подаються до двострілового маніпулятора 8 (ЛО-13С), що поштучно укладає їх на дволанцюговий транспортер 5 для переміщення на приймальний стіл до висунутого на ньому упора 13. Після зупинки стовбура та його стабілізації притискним роликом зверху і центруючим 9 знизу включається пила верстата 10 (АЦ-3С).

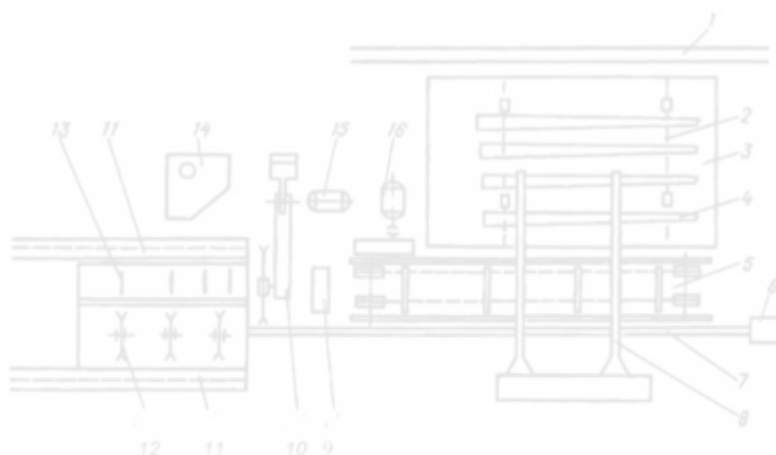


Рис. 7.3. Технологічна схема роботи напівавтоматичної лінії ЛО-15С

Відпиляні сортименти скидаються на сортувальний транспортер 11 (на рисунку зверху). Верхівка частини стовбура довжиною до 8 м із приймального стола подається на трьохпильний блок 12, розташований уздовж приймального стола, і розпилюється на двометрові відрізки, котрі потім надходять на сортувальний транспортер 11 (на рисунку знизу). Обпилювання й торцювання по транспортером 7 подаються в бункер 6. Швидкість переміщення стовбура під пилку 1,86 м/с, діаметр пилки 1500 мм; швидкість різання 72 м/с; діаметр пилки пильного блока 800 мм. Загальна встановлена потужність разом із маніпулятором 124 кВт. Оператор керує установкою з кабіни 14, двостріловим маніпулятором — із кабіни маніпулятора. Привід установки 15 і привід подавального транспортера 16 закріплені на рамах і встановлені на фундаментах. Розкряжувальні напівавтоматичні установки ЛО-15А і ЛО-68 повністю уніфіковані з установкою ЛО-15С; усі їхні вузли за винятком пильного механізму, аналогічні.

На відміну від установки ЛО-15С у розкряжувальній установці ЛО-15А застосовують верстат маятникового типу з верхньою підвіскою (рис. 7.1, Г). Верстат складається з підстави, маятника, закріпленого в шарнірі, пильного диска, гідроциліндра повертання маятника. Поздовжнє переміщення стовбура здійснюється по роликовому транспортеру. Діаметр пильного диска 1500 мм.

Установка ЛО-68 використовується для розкряжування стовбурів за діаметра у місці пропилю до 110 см. Вона складається з комбінованого штангового двопилкового верстата, поздовжнього лісотранспортера для подачі

стовбурів, приймального стола, двострілового маніпулятора, лісотранспортера для відходів, гідрообладнання та електрообладнання. (навести схему)

Розкрязувальні установки з поперечним переміщенням стовбурів. До кряжувальних установок із поперечним переміщенням стовбурів відносять слешери і тримери. Якщо в багатопильному верстаті пилки встановлені на станині за визначеною програмою у визначених місцях і усі вони водночас беруть участь у пилянні, такий верстат називається слешером. Тримери також мають пили, встановлені у визначених місцях, але в роботу включаються тільки ті, котрі виконують програму розкрою даного стовбура. Тримери бувають із безперервним рухом стовбура при його кряжуванні і з пилянням нерухомого стовбура. Як слешерні, так і тримерні установки використовують на нижніх складах з річним вантажооборотом понад 300 тис. м³.

Слешери застосовують для кряжування стовбурів, оброблення довгоміру на короткомір (на постійної довжини відрізки). Багатопильні установки (слешери) рекомендується використовувати при значних об'ємах вантажообороту складів і при переважанні хвойних лісоматеріалів.

Як у слешерів, так і у тримерів пильні вали можуть бути розташовані на одній геометричній осі (лінії) чи на різних, паралельних одна одній. Залежно від місця застосування і призначення ці верстати можуть мати різне призначення. Оптимальним вважається варіант, коли пильні вали розміщені на декількох геометричних осях. У цьому випадку можна уникнути одночасного пиляння всіма пилками при максимальній висоті пропилів, особливо в слешерах. Кожна пилка слешера може мати індивідуальний або привід, що діє від одного загального двигуна. При роботі від індивідуальних приводів сумарна настановна потужність пилкок значно більша, ніж при загальному двигуні. Індивідуальний привід слешерів і тримерів застосовують дуже рідко при великому завантаженні верстата.

До слешерного типу відносяться установки ЛО-65, ЛО-105, ЛО-117. Багатопильна кряжувальна установка ЛО-105 (рис. 7.4, а) складається із кряжувального пристрою (слешера) і навколоверстатного устаткування. Остання включає: пристрій прийому і попереднього роз'єднання пачок стовбурів 1, розділювач стовбурів ЛТХ-80 3, пристрій орієнтування і поштучної видачі стовбурів 5, маніпулятор 2 для виправлення окремих стовбурів і відбирання уламків, слешер 6, транспортери відходів 8, лісонагромаджувачі для прийому сортиментів 7, гідроелектроустаткування, розміщене в кабіні оператора 4. Технологічний процес кряжування стовбурів на установці здійснюється наступним чином. Пачки стовбурів з лісовозного транспорту чи з

запасу козовим краном подають на прийомну естакаду. Потім періодичними короткочасними включеннями поперечного транспортера стовбури невеликими пачками скидаються в бункер розділювача стовбурів ЛТХ-80, звідки вони поштучно видаються на шнеки орієнтуючого пристрою. За необхідності стовбури на шнековому орієнтуючому пристрої поправляють маніпулятором, встановленим у потоці з боку їхньої відземкової частини. Зі шнеків стовбури, зорієнтовані щодо першої пили, передаються у відсікачі. Останні автоматично видають поштучно стовбури на тягові ланцюги поперечного транспортера слешера. У подальшому, упорами ланцюгів насувають хлисти на пилки, де вони розпилюються на сортименти відповідно до встановленої (заданої) програми. Далі сортименти потрапляють у лісонагромаджувачі, звідки забираються автотранспортом чи кранами.

Багатоопильна кряжувальна установка ЛО-117 (рис. 7.4, б) працює наступним таким чином. Пачки стовбурів з лісовозного транспорту чи із запасу козовим краном подаються в розділювач стовбурів ЛТ-80 1, звідки вони поштучно видаються на роликівий реверсивний транспортер 2. Цим транспортером стовбур орієнтується відносно пилки слешера 3 відповідно до обраної оператором програми розкрою. Відрізки, отримані з відземкової і серединної частини стовбура, потрапляють на сортувальний транспортер 4 і розподіляються по лісонакопичувачах. Отримані з верхівкової частини стовбура сортименти надходять на сортувальний транспортер 6; при цьому відкидні балки 5 перекривають сортувальний транспортер 4.

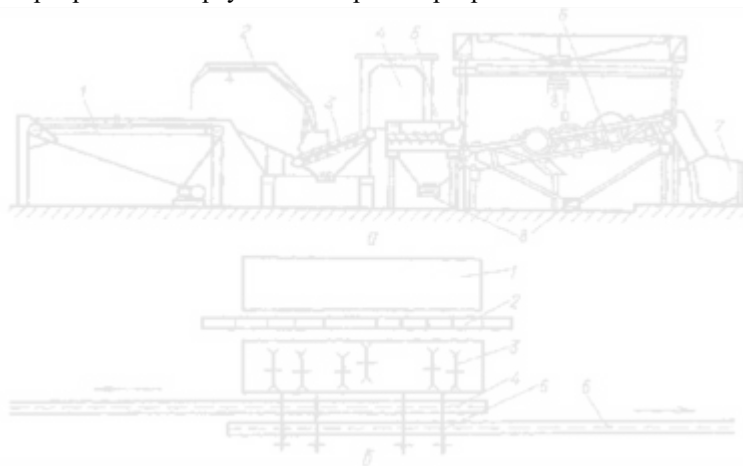


Рис. 7.4. Багатоопильні кряжувальні установки: а – ЛО-105; б – ЛО-117

Слешерна установка ЛО-65 (рис. 7.5) має сім пил: дві діаметром 1,8 м і п'ять діаметром 1,5 м.

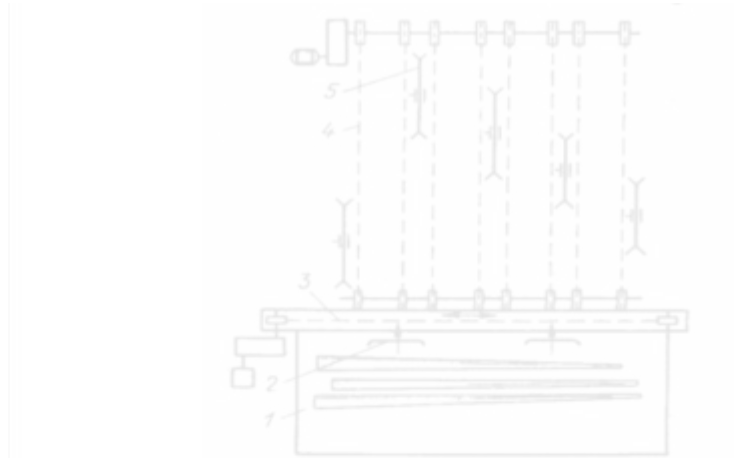


Рис.7.5. Схема слешера ЛО-65:

1 – буферний магазин установки; 2 – скидачі; 3 – поздовжній транспортер; 4 – ланцюги; 5 – пилки

Пилки обладнані індивідуальним приводом. Швидкість різання становить 75–70 м/с, швидкість подавальних ланцюгів – 0,1 і 0,2 м/с, крок захоплювачів поперечного транспортера 1,6 м. Продуктивність такої установки становить 70–80 м³/год.

Тримерні установки АПЛ-1 і МР-8 (рис. 7.6, а, б) відносять до установок із обробленням (розкрязуванням) нерухомого стовбура.

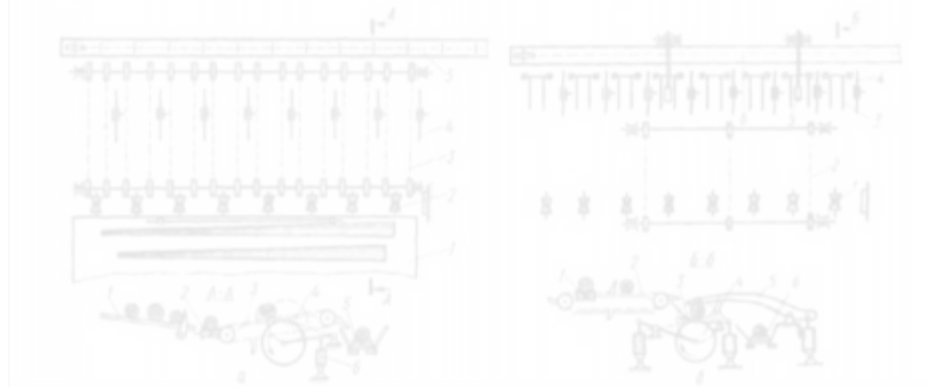


Рис. 7.6. Розкрязувальні установки з поперечним переміщенням стовбура:

а – тример із безперервним переміщенням стовбура; б – тример з пилянням нерухомого стовбура; 1–площадка; 2–рольганг; 3– поперечний транспортер; 4– пила; 5–виносний транспортер; 6–індивідуальний привід пили;

В установку АПЛ-1 (рис. 7.6, б) стовбури надходять прийомним роликівим транспортером 1 відземком вперед і вирівнюються по верхівках, котрі повинні бути на однаковій відстані від крайньої пилки, що значно полегшує збирання відпиляних верхівок. Вісім пил піднімаються й опускаються пневмоциліндрами і дають змогу вибирати програму розкрою кожного стовбура окремо. Притискні важелі і скидачі приводяться в дію також транспортерами. Із роликівим транспортера 1 стовбури знімаються поперечним транспортером 2 і надходять у лоток, де затискаються важелями 5. Пилки 4 відповідно до обраної програми піднімаються і розпилюють стовбур. Після повернення пилок у вихідне положення скидачі 8 подають відпиляні відрізки на транспортер 6. Потім цикл повторюється. Скидачі спрацьовують не всі одночасно, а формуються в групи відповідно до номерів пилок, що беруть участь у кряжуванні стовбура, і скидають відпиляні сортименти на виносний транспортер послідовно, починаючи з відземкового, завдяки чому створюються міжторцеві розриви між сусідніми сортиментами, необхідні для подальшого сортування. Програма розкрою задається оператором під час перебування стовбура на поперечному транспортері. Установка МР-8 в основному виконана за тією ж схемою, що й АПЛ-1, але має: ланцюговий транспортер, що орієнтує і вирівнює стовбур не по вершині, а по відземку; затискачі, розташовані в кряжувальному лотку під стовбуром, що розпилюється; скидачі, що спрацьовують усі одночасно; гідропривід подачі пилок, скидачів і затискачів. Установка має дев'ять пилок діаметром по 1,5 і 1,25 м, кожна з яких приводиться в обертання окремим двигуном потужністю 13 чи 10 кВт.

До тримерних установок, що розпилюють рухомий (без зупинки) стовбур, відноситься установка фінської фірми «Раума-репола» (рис. 7.7). До складу установки входять 11 пил, розташованих у два ряди по діагоналі в кожному ряду. Програма розкрою вибирається автоматично залежно від діаметра і довжини стовбура. Пилки, які повинні брати участь у виконанні заданої програми, піднімаються тільки тоді, коли через зону їх дії пройде попередній стовбур. Діагональне розташування пилок дозволяє мати невелику (3,6 м) відстань між гаками на подавальних ланцюгах тримера і розкрязувати стовбури без їх зупинки в процесі пиляння, що забезпечує високу продуктивність.

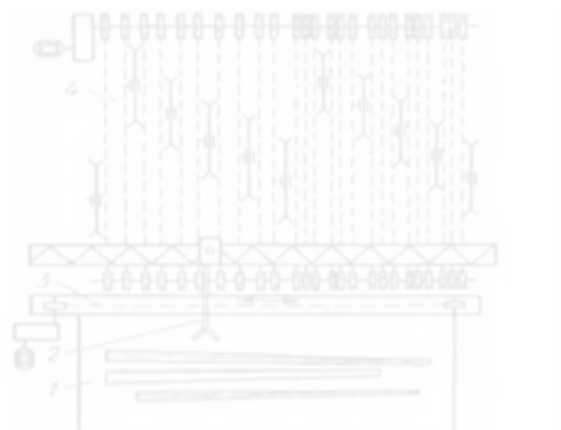


Рис. 7.7. Схема тримера «Раума-Репола»

Продуктивність слешерних установок залежить від об'єму стовбура і може досягати 600...800 м³ за зміну.

Групове розкрязування стовбурів. Групове розкрязування як стовбурів, так і довгоміру можливе на складах з річним вантажооборотом 400–500 тис. м³. Використовують установки ЛО-62 і ЛО-67. Для групового розкрязування стовбурів і розроблення довгоміру у короткомір використовують ланцюгові пилки 1, які здійснюють прямолінійний зворотно-поступальний рух (рис. 7.8, а). Пачки стовбурів або довгоміру розміщують на приймальних пристроях 2, які обладнані кониками зі стійками. В установці, схема якої наведена на рис. 7.8, в, приймальні пристрої змонтовані на самохідних вагонетках 1, які переміщуються при переході від одного пропилю до наступного, а пилка 2 встановлена стаціонарно. В установці для розкрязування стовбурів (рис. 7.8, б), приймальні пристрої 1 нерухомі, а перехід від одного пропилю до наступного здійснюється пересуванням пилки 2. Для полегшення піднімання пилки під час виведення її з пропилю, коники зі стійками, на яких знаходяться пачки відпиляних відрізків, після досягнення пилкою нижнього положення пересуваються вздовж приймального пристрою на відстань 0,1–0,2 м.

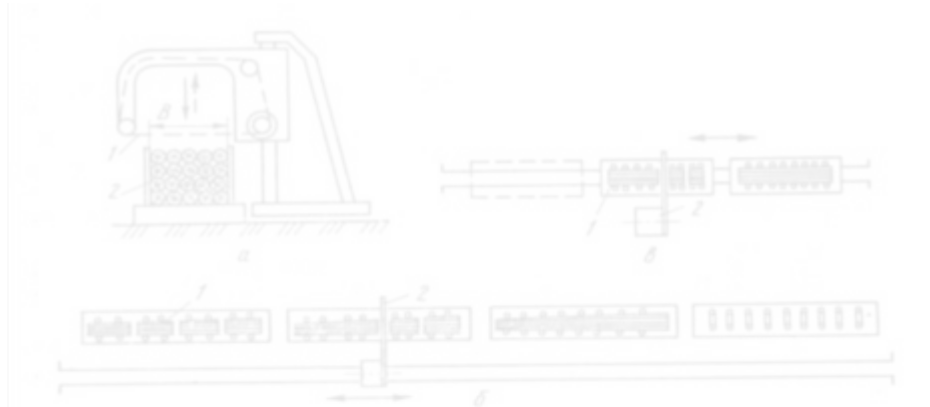


Рис.7.8. Схеми установок для групового розпилювання:

а – пильний механізм; б – установка для розкрязування стовбурів ЛО-62; в – установка для розроблення довгоміру для рудникових стояків ЛО-67

Установки для групового розкрязування стовбурів мають дуже високу продуктивність (до 100 м³/год), однак використовують знеособлений спосіб розкрою. Їх доцільно застосовувати при розкрязуванні стовбурів, підсортованих за породами і якістю на великих лісопромислових складах з розвинутою переробкою круглих лісоматеріалів.

Продуктивність розкрязувальних установок. Змінна продуктивність установок з *поздовжнім переміщенням* стовбурів може визначатися із залежності:

$$\Pi_{зм} = \frac{T_{зм} \cdot k \cdot \phi \cdot V_{ст}}{t_{ц}} \quad (\text{м}^3/\text{зм}) \quad (7.1)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, с; k – коефіцієнт технічної готовності лінії, ($k=0,85$); ϕ – коефіцієнт завантаження лінії, ($\phi =0,86$); $V_{ст}$ – середній об'єм стовбура, м³; $t_{ц}$ – середня тривалість циклу розкрязування одного стовбура, с;

$$t_{ц} = \frac{l_{cp}}{v_{cp}} + n_p (t_n + t_{ск} + t_z) \quad (\text{с}), \quad (7.2)$$

де l_{cp} – середня довжина стовбура, м; v_{cp} – середня швидкість ПОЗДОВЖНЬОГО переміщення стовбура під пилу, м/с; n_p – число пропилів, які припадають на один стовбур; t_n – тривалість одного пропилу, с; $t_{ск}$ – тривалість скидання відпиляного сортименту, с; , t_z – тривалість вибору програми розкрязування, с.

Тривалість циклу розкрязування одного стовбура при середньому об'ємі 0,24 м³ становить 44 с, об'ємом 0,35 м³ – 53 с; об'ємом 0,46 м³ – 58 с.

Годинна продуктивність, м³/год, розкрязувальних установок із поперечним переміщенням рухомого стовбура визначається:

$$\Pi_{\Gamma} = \frac{3600 \cdot \phi_1 \cdot \phi_2 \cdot u \cdot V_{\text{ст}}}{L_{\text{ГК}}} \quad (\text{м}^3/\text{год}) \quad (7.3)$$

де ϕ_1 – коефіцієнт використання робочого часу ($\phi_1 = 0,72 \dots 0,8$); ϕ_2 – коефіцієнт завантаження установки, ($\phi_2 = 0,8 \dots 0,85$); u – швидкість руху подавальних ланцюгів, м/с; $V_{\text{ст}}$ – середній об'єм стовбурів, які розкрязовуються, м³; $L_{\text{ГК}}$ – відстань між гаками на подаючих ланцюгах, м.

Змінна продуктивність тримера, який розпилює *нерухомий стовбур*, може визначатися за формулою:

$$\Pi_{\Gamma} = \frac{T_{\text{зм}} \cdot \phi_1 \cdot V_{\text{ст}}}{t_{\text{ц}}} \quad (\text{м}^3/\text{год}) \quad (7.4)$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, с; ϕ_1 – коефіцієнт використання робочого часу ($\phi_1 = 0,72 \dots 0,8$); $V_{\text{ст}}$ – середній об'єм стовбура, м³; $t_{\text{ц}}$ – середня тривалість циклу розкрязування одного стовбура, с;

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{ком}} + t_{\text{в.т}} + t_{\text{ск.р}} + t_{\text{прит}} + t_{\text{пил}} + t_{\text{в}} \quad (7.5)$$

де $t_{\text{ком}}$ – час на подачу команд, с; $t_{\text{в.т.}}$ – тривалість вирівнювання торця стовбура, с; $t_{\text{ск.р}}$ – тривалість скидання стовбура в розкрязувальний лоток, с; $t_{\text{прит}}$ – час на спрацювання притискачів, с; $t_{\text{пил}}$ – час на піднімання пилок, пиляння і опускання пилок, с; $t_{\text{ск}}$ – час на скидання відпиляних сортиментів на виносні транспортери, с.

8.4. Сортивання лісоматеріалів. Сортивання лісоматеріалів на сучасних лісових складах є одним з основних видів робіт. Необхідність сортування лісоматеріалів зумовлена різними вимогами, які висуваються споживачами. Круглі лісоматеріали сортують на складі за розмірними і якісними групами згідно з вимогами Державних стандартів, правил зберігання, відвантаження і постачання їх споживачам.

Залежно від компонування складу на сортування надходять або всі сортименти, які отримують під час розкрязування, або більша їх частина (якщо деякі сортименти безпосередньо від розкрязувальної установки спрямовують у цехи переробки). Окрім цього, пиловник додатково підсортовується за діаметрами перед подачею в лісопильний цех, а такі види продукції, як рудникова стійка, шпали і дошки сортуються на виході з цехів переробки.

Лісоматеріали, що відвантажуються в круглому вигляді з нижніх (прирейкових) складів, сортують за розмірами, породами, сортами. При цьому

утворюється велика кількість сортувальних категорій, що може досягати іноді декількох десятків. Для кожної сортувальної категорії необхідно мінімум один штабель, а залежно від об'єму – два або навіть три штабелі. При такій великій кількості сортувальних категорій довжина фронту сортування досягає декількох сотень метрів. Для зменшення цього фронту прагнуть до зменшення кількості заготовлюваних сортиментів (до 5–6), що приводить до зменшення числа сортувальних категорій до 8–16, а отже, і фронту сортування лісопродукції.

На берегових складах сортування круглих лісоматеріалів, які відправляються на суднах і плотах, а також тих, що підлягають просушуванню й обробленню торців для збільшення плавучості, є обов'язковим. Число сортувальних категорій при цьому досягає 16–25, при молевому сплаві 3–4.

Вибір сортувального обладнання, таким чином, зумовлений багатьма чинниками: сортиментним складом круглих лісоматеріалів, терміном зберігання на складі, річним вантажообігом складу та умовами відвантаження споживачам.

На операції сортування лісоматеріалів найбільшого застосування отримали лісо транспортери. Однак за певних умов значно ефективнішими на цій операції можуть бути інші види сортувального обладнання. Наприклад, при надходженні на склад великоомірних лісоматеріалів при відносно невеликій кількості сорторозмірів на сортуванні успішно використовують однострілові маніпулятори, які розкладають однакові сортименти по лісонакопичувачах, або ж у штабелі

Класифікація сортувальних лісотранспортерів. Лісотранспортери з гнучким тяговим органом використовують для переміщувальних операцій з різними вантажами, виконання технологічних операцій у складі потокових ліній та інших робіт.

За способом переміщення лісотранспортери бувають із **несучими робочими органами** (лісоматеріали розміщуються безпосередньо на несучих органах) і **скребкові** (лісоматеріали розміщуються в нерухомих лотках).

За напрямком переміщення лісотранспортери поділяють на **поздовжні**, у яких лісоматеріали розташовуються уздовж осі транспортера, і **поперечні**, у яких лісоматеріали розташовуються перпендикулярно до осі транспортера. У поздовжніх лісотранспортерах може бути один тяговий орган, у поперечних – не менше двох.

За типом робочого органу сортувальні установки поділяють на: **ланцюгові** і **канатні**.

Конструкція поздовжніх сортувальних транспортерів

Лісотранспортери відносять до машин безперервного транспорту, які оснащені замкнутим тяговим органом у вигляді ланцюга або сталевго каната зі

захоплююче-опорними пристроями – траверсами. Рух на тяговий орган передається від ведучого колеса (зірочки або шківів). Попередній – монтажний натяг тягового органу забезпечується натяжним пристроєм.

Профіль (контур) тягового пристрою складається з прямолінійних (горизонтальних і похилих) та криволінійних ділянок. Прямолінійні ділянки утворюються напрямними брусами, по яких переміщується тяговий пристрій, криволінійні – ведучими і напрямними колесами, а також – проміжними відхиляючими пристроями, розміщеними в місцях з'єднання прямолінійних ділянок.

Круглі лісоматеріали при сортуванні на поздовжніх транспортерах скидаються в спеціальні ємності – лісонакопичувачі. Колодоскидувачі, у свою чергу, поділяються на наступні дві основні групи: гравітаційні колодоскидувачі, в яких як рушійна сила використовується власна вага колоди, і колодоскидувачі з примусовим зіштовхуванням колод, що складаються зі скидальних важелів і приводу. Схема роботи поздовжнього сортувального лісотранспортера показана на рис. 8.1.



Рис. 8.1. Схема розташування на складі поздовжнього сортувального лісотранспортера:

1 – приймальний транспортер розкрязувальної установки; 2 – сортувальний лісотранспортер; 3 – лісонакопичувачі; 4 – пульт оператора

Основними елементами поздовжніх сортувальних лісотранспортерів (рис. 8.2) є *тяговий (робочий) орган, привідна і натяжна станції*, а також *естакада з лісонакопичувачами*.

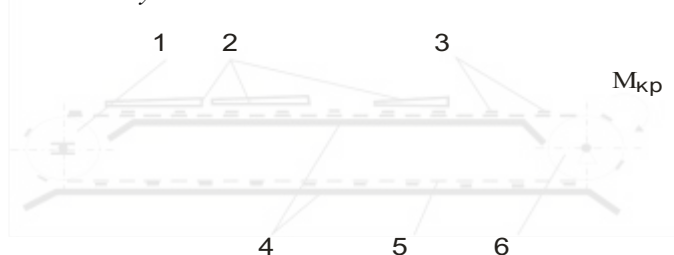


Рис. 8.2. Схема поздовжнього сортувального транспортера:

1 – натяжна станція (колесо); 2 – лісоматеріали; 3 – несучий орган (траверси); 4 – направляючі; 5 – робочий (тяговий) орган (пристрій); 6 – привідна станція (колесо)

При автоматизованому сортуванні поздовжні лісотранспортери обладнують колодоскидачами та командними апаратами, які забезпечують автоматичне управління їх роботою.

Тяговими органами в сортувальних лісотранспортерах є ланцюги і сталеві канати із закріпленими на них траверсами.

Ланцюги найбільш поширені, оскільки до них зручніше кріпити робочі органи. У ланцюгових транспортерах застосовують різні види тягових ланцюгів і траверс (рис. 8.3): зварені з круглої чи смугової сталі, спеціальні розбірні, розбірні гакові з ковкого чавуну або сталі, штирові роликові й безроликові, штирові пластинчасті, втулково-роликові та ін.

Канати мають достатньо високу міцність, добре сприймають поштовхи й удари, але мають властивість розтягуватися (особливо нові), тому канат доцільно попередньо (до монтажу) витягнути. Робочі органи (траверси) кріплять на канатах затискачами. Під час вантажу (колод), розташованого на траверсах, сили діють на канат не завжди по його осі, а ексцентрично. Це викликає перекид траверс і поперечний вигин каната, перегин і стирання його дротів, тому канат має бути твердим, із товстими дротами.

Для безперервної роботи каната і збільшення його довговічності співвідношення між діаметром канатоведучого шківів і діаметром каната повинно бути не менше 30.

Несучими органами лісотранспортерів є траверси різних конструкцій, закріплені на тяговому органі (рис. 8.3, в, і, к, л). Форма несучих органів і відстань між ними залежать від геометричних розмірів і форми переміщуваного вантажу. При поздовжньому сортуванні круглих лісоматеріалів застосовують сідлоподібні чи гладкі траверси на ковзних опорах; для похилопрацюючих лісотранспортерів (наприклад, при вивантаженні колод із води) застосовують траверси із шипами. Траверси на роликах використовують дуже рідко, через їхню велику масу і вартість, а також через труднощі в експлуатації. Відстань між траверсами повинна бути меншою від довжини найкоротшого сортименту, переміщуваного лісотранспортером.

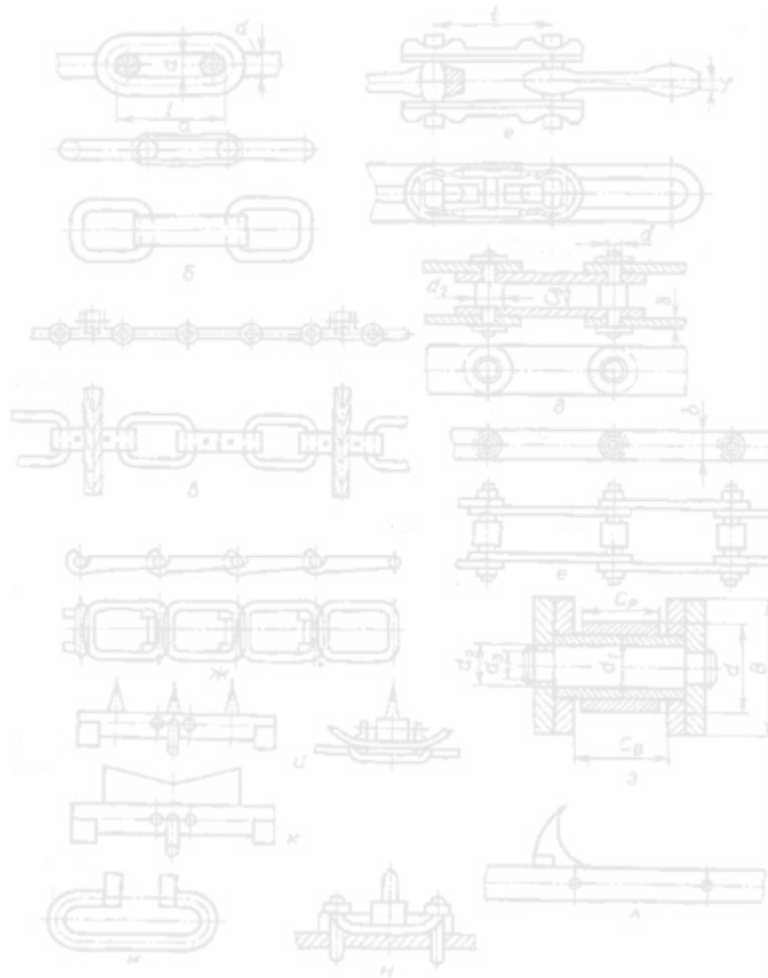


Рис. 8.3. Тягові органи лісотранспортерів: довголанкові ланцюги:

а – із круглої сталі; б – із круглої і смугової сталі; в – із круглої і смугової сталі з дерев'яними траверсами; г – розбірна; д – пластинчаста штирова; е – втулково-роликова; ж – гакова розбірна; з – перетин втулково-роликового ланцюга; траверси: и – ковзаючі з шипами; к – ковзаючі із сідловиною; л – захопи пластинчастого ланцюга; м – ланка ланцюга з круглої сталі для кріплення траверс; н – кріплення траверси до канату

Привідні станції слугують для переміщення тягового органа і вантажу. До складу привідної станції входять електродвигун, редуктор і привідна (ведуча) зірочка чи шків (для канатів). Залежно від конструкції ланцюга, що

застосовують вибирають привідну зірочку. Для довголанкових ланцюгів із круглої сталі привідна зірочка 2 має зубці 1, відлиті з нею разом, чи вставні зуби (рис. 8.4, а). Вставні зуби при поломці можна швидко замінити і збільшити їх крок встановленням підкладок 3 відповідної товщини.

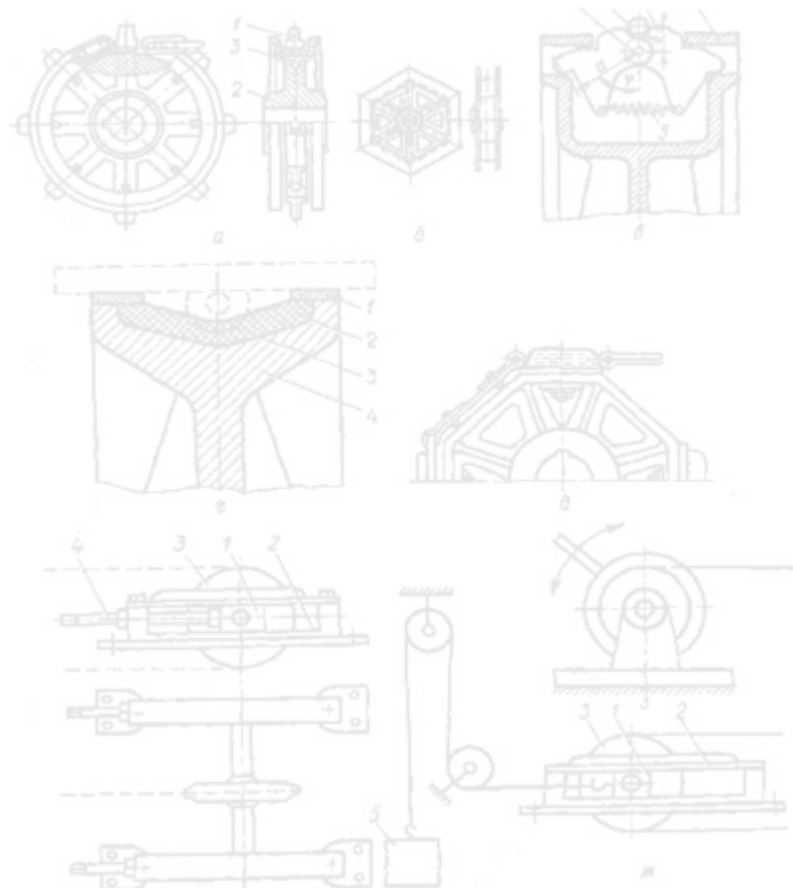


Рис. 8.4. Привідні і натяжні пристрої:

а – зірочка для ланцюга з круглої сталі; б – зірочка для пластинчастих ланцюгів; в – канатоведучі шків з затискними пристроями; г – канатоведучі шків з гумовою обкладинкою; д – привідна зірочка для комбінованих ланцюгів; натяжні пристрої: е – гвинтові; ж – вантажні; з – із приводом від ручної лебідки

Для пластинчастих ланцюгів застосовують привідні багатогранні зірочки без зубів (рис. 8.4, б), а для комбінованих ланцюгів (із круглої і смугової сталі)

зірочки з зубами (рис. 8.4, д). Канатоведучі шків в канатних конвеєрах мають затискні пристрої (рис. 8.4, е) і гумову обкладку (рис. 8.4, г). Затискний пристрій (рис. 8.4, в) складається з попарно розташованих у пазах обода по окружності шківів кулачків 3, посаджених на осі 1. Своїми хвостовиками кулачки спираються на борти пазів. Під дією радіального тиску каната 2 кулачки обертаються і затискають канат. Розкриття й утримання кулачків при сході каната зі шківів здійснюється пружинами 5. Щоб уникнути випадання кулачків із шківів в його нижнє положення встановлюють накладки 4. Затискачі дають змогу передавати значні стискні зусилля, у той же час, за рахунок поперечного тиску, канат швидко деформується і виходить з ладу.

Оптимальні умови експлуатації каната створюються при встановленні на шків замість затискних кулачків гумових обкладок (рис. 8.4, з). Гумова обкладка 2 охоплює всю робочу поверхню обода шківів 4 і прикріплюється до нього за допомогою накладок 1. Коефіцієнт зчеплення тягового органа з гумовою обкладкою становить 0,8–0,85, за умови, що на ободі колеса буде одночасно знаходитися не менше однієї траверси 3, що вдавлюється в прокладку і значно збільшує цей коефіцієнт.

Натяжні станції (пристрої) забезпечують нормальну роботу тягового органа його натягом до монтажної величини, необхідної для плавного ходу і нормального зачеплення з ведучими зірочками та шківками.

Для ланцюгових лісотранспортерів застосовують гвинтові натяжні пристрої (рис. 8.4, е). У цьому випадку кінці осі напрямної зірочки 3 закріплюють у повзунах 1 за допомогою гвинтів 4 переміщуються в напрямних 2. Пристрій простий і компактний, має малий хід і вимагає систематичного спостереження, в міру зношування ланок ланцюга монтажний натяг знижується. Для канатних лісотранспортерів замість гвинтового натяжного пристрою (рис. 8.4, е) застосовують вантажні натяжні пристрої (рис. 8.4, ж). За допомогою вантажу 5 підтримується постійний монтажний натяг у тяговому канаті. Такі пристрої більш громіздкі, ніж гвинтові. Натяжний пристрій із приводом від ручної лебідки показано на рис. 8.4, з (привід може бути від електродвигуна).

Естакада – основна несуча конструкція, на якій монтують тяговий орган з робочими елементами (траверсами). В одному кінці естакади на окремій підставці монтують привідний, на іншому – натяжний пристрій. Естакаду виготовляють з дерева, залізобетону чи металу. У даний час з'явилися залізобетонні естакади, змонтовані з блокових фундаментних секцій заводського виготовлення. Заводське виготовлення секцій і можливість повної механізації будівництва забезпечує зниження капітальних витрат на будівництво і скорочення його термінів.

Лісонакопичувачі – це ємності, по яких розсортовують колоди, що скидуються із лісотранспортера. Місткість лісонакопичувачів повинна відповідати вантажопідйомності навантажувально-штабелювального механізмів, які застосовуються на штабелюванні та навантаженні у залізничні вагони. Лісонакопичувачі можуть встановлюватися вздовж сортувального транспортера як з одного боку, так і з двох сторін. Двостороннє розташування лісонакопичувачів дозволяє майже вдвічі зменшити довжину лісотранспортера, але потребує застосування колодоскидачів, які можуть здійснювати скидання на обидві його сторони.

Лісонакопичувачі з нерухомими стояками (рис. 8.5) прості за конструкцією, але допускають перекося колод, особливо в нижній частині (на початку наповнення), що викликає додаткові (частіше ручні) роботи для їх усунення.

Для вирівнювання торців колод часто влаштовують дві похилі стінки, розташовані з боків лісонакопичувачів у верхній його частині. Колоди при скочуванні ковзають своїми збіглими кінцями по похилій стінці, відбувається поздовжній їхній зсув і вирівнювання торців.

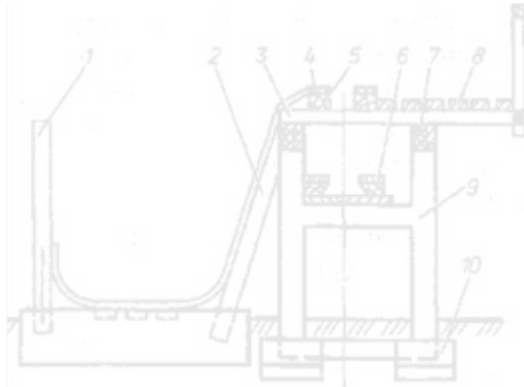


Рис.8.5 .Естакада і лісонакопичувачі з нерухомими стояками:

1 – стояк накопичувальний; 2 – похилі стінки; 3 – поперечка; 4 – березова дошка; 5 – поздовжній напрямний брус верхній; 6 – поздовжній напрямний брус нижній; 7 – прольоти між опорами; 8 – настил; 9 – залізобетонні опори; 10 – залізобетонні фундаментні подушки

На лісових складах застосовують сортувальні транспортери різних типів, залежно від умов і призначення: Б-22У, Б-22-1А; ЦТ1, ТТС, а також автоматизовані Б-22-3; ЛТ-151, ЛТ-182, ЛТ-86, ЛТ86А. Довжина однієї секції лісотранспортера 120–150 м. Швидкість руху тягового органа 0,5–1,4 м/с. Довжина секції канатного транспортера типу ТТС – 250–300 м, швидкість руху каната 0,6–0,7 м/с.

Колодоскидувачі БС-2М (рис. 8.6) кріпляться збоку сортувального лісотранспортера навпроти лісонакопичувачів.

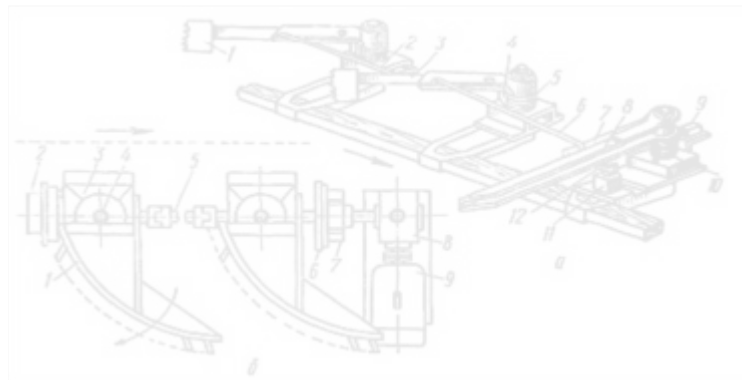


Рис. 8.6. Схеми важільних колодоскидачів:

а – з приводом від колоди, що скидається; *б* – із змішаним приводом

Колодоскидувач складається з двох важелів 3, зв'язаних тягою 2, і упора 8. На важелях 3, для повнішого зчеплення з рухомою колодою, закріплені зубчаті наконечники 1. Важелі і упори можуть повертатися навколо вертикальних осей 4. Упор 8 і планка 7 вільно посаджені на одній осі. Планка 7 сполучена тягою 6 з найближчим важелем. До планки знизу шарнірно приєднана клямка 12, за допомогою якої планка може зчіплюватися з упором 8. Зчеплення клямки з упором відбувається тільки в тому випадку, якщо в цей лісонакопичувач скидається колода. Якщо колода просувається в інші накопичувачі, що знаходяться далі, то упор повертається і пропускає її. У початкове положення упор повертається за допомогою пружини 10. Якщо колода повинна бути скинута, то при підході її до упору включається електромагніт 11 який своїм сердечником піднімає клямку і при повороті упора зчіплюється з ним, захоплюючи за собою планку 7, яка через тягу 6 повертає обидва важелі 3 і скидає колоду. Після скидування колоди важелі 3 і упор 8 з планкою 7 за допомогою пружин 5 і 10 повертаються в початкове положення. Під час скидання (робочого ходу) кулачок, що знаходиться на втулці планки 7, діє на вимикач 9 і відключає електромагніт 11. Коли важелі й упор повернуться в початкове положення, клямка 12 знову падає на сердечник електромагніту 11 і система готова до наступного скидання колоди.

При сортуванні лісоматеріалів транспортерами із застосуванням скидачів БС-2М розриви між торцями сусідніх колод на транспортері повинні бути не

менше 1 м (для повернення важелів і упора в початкове положення). Управління скидачами автоматичне.

Технологічна схема виробничої ділянки розкрязування-сортування-штабелювання-відвантаження лісоматеріалів наведена на рис. 8.9.

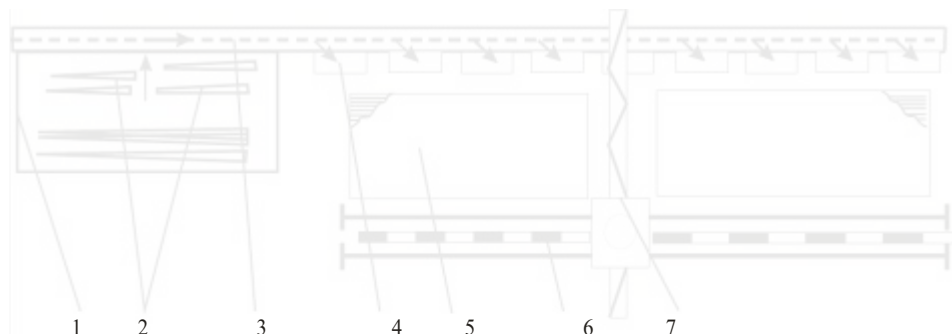


Рис. 8.9. Технологічна схема процесу сортування та штабелювання лісоматеріалів:

1 – розвантажувальна естакада; 2 – розкрязовані лісоматеріали; 3 – поздовжній сортувальний лісотранспортер; 4 – лісонакопичувачі; 5 – штабелі готової продукції (сортиментів); 6 – тупик залізничної дороги; 7 – баштовий кран

Змінна продуктивність поздовжніх сортувальних лісотранспортерів.

Змінну продуктивність (м^3) поздовжніх сортувальних лісотранспортерів визначають за формулою:

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{T \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot v \cdot Q}{l}, \quad (\text{м}^3) \quad (8.1)$$

де T – тривалість зміни, с; C_1 – коефіцієнт використання робочого часу ($C_1 = 0,85 \dots 0,9$); C_2 – коефіцієнт завантаження лісотранспортера (при гравітаційних скидачах $C_2 = 0,85 \dots 0,9$; для інших видів колодоскидачів $C_2 = 0,8 \dots 0,85$); v – швидкість руху тягового органа лісотранспортера, м/с; Q – середній об'єм однієї колоди, м^3 ; l – середня довжина однієї колоди, м.

Контрольні питання

1. Яке призначення лісопромислових складів?
2. За якими ознаками класифікуються лісопромислові склади?
3. Як поділяють лісопромислові склади за призначенням?
4. Як поділяють лісопромислові склади за типом зовнішнього транспорту?
5. Як поділяють лісопромислові склади за річним вантажообігом?

6. Що розуміють під визначенням «нижній склад»?
7. Що розуміють під визначенням «первинна обробка деревини»?
8. Які виробничі ділянки і потоки включають нижні склади?
9. Що розуміють під технологією нижньоскладських робіт?
10. Назвіть основні показники роботи нижніх складів.
11. Назвіть основні способи розвантаження деревної сировини.
12. Які основні типи кранів використовують в лісовому секторі промисловості?
13. Які крани відносять до кранів мостового типу?
14. Назвіть основні елементи козлового крана.
15. Чим відрізняється консольно-козловий кран від козлового?
16. Назвіть основні елементи кабельного крана.
17. Як поділяються стрілові крани?
18. Назвіть основні елементи баштового крана.
19. Які крани використовуються на відвантаженні сортиментів та виготовленої на нижньому складі продукції.
20. На які групи поділяються самохідні автотранспортувачі?
21. За якою формулою визначається продуктивність кранів мостового типу на розвантаженні?
22. За якою формулою визначається продуктивність кабельних кранів на розвантаженні?
23. Яку операцію механічної обробки деревини називають «розкрязуванням»?
24. Що розуміють під раціональним розкрязуванням деревини?
25. За допомогою якого обладнання можна здійснювати розкрязування?
26. Назвіть основні методи розкрою стовбурів.
27. Охарактеризуйте основні методи розкрою стовбурів.
28. За якими критеріями класифікують розкрязувальні установки?
29. В чому полягає різниця між слешерною і тримерною установками?
30. Назвіть марки напівавтоматичних розкрязувальних установок.
31. Які пиляльні механізми використовують для поперечного розпилювання лісоматеріалів?
32. З яких основних елементів складається напівавтоматична розкрязувальна установка ЛО-15 С?
33. За яким принципом працюють установки для групового розкрязування деревини?

34. За якою формулою визначається змінна продуктивність установок із *поздовжнім переміщенням* стовбурів?
35. З якою метою здійснюють сортування круглих лісоматеріалів (сортиментів)?
36. Якими чинниками обумовлюється вибір сортувального обладнання?
37. Як класифікують сортувальні транспортери за способом переміщення?
38. Як класифікують сортувальні транспортери за напрямом переміщення?
39. Як класифікують сортувальні транспортери за типом робочого органу?
40. З яких основних елементів складається поздовжній сортувальний лісотранспортерів?
41. Що є тяговим органом сортувальних транспортерів?
42. Які елементи входять до складу *привідної станції* ?
43. Які типи траверс використовуються на сортувальних транспортерах?
44. Які типи натяжних засобів використовуються на сортувальних транспортерах?
45. Як визначається змінна продуктивність поздовжнього сортувального транспортера?

РОЗДІЛ 9

ОСНОВИ ПІДСОЧКИ ЛІСУ ТА ЛІСОХІМІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ ДЕРЕВИНИ

Видобуток живиці при підсоцці соснових насаджень, згідно з Лісовим кодексом України, другий за значенням вид лісокористування після заготівлі деревини. Економічною основою функціонування підсочного виробництва є його повний господарський розрахунок та прибуток від такого виду лісокористування. Для цього необхідно здійснити економічну оцінку лісових земель з урахуванням отримання продуктів прижиттєвого використання дерев. Також потрібно розробити науково обгрунтовану систему оплати за насадження, що передаються для підсочування, з урахуванням втрат приросту деревини, товарності сортиментів тощо, які неминучі в процесі заготівлі живиці. Підсочка сосни звичайної в Україні здійснювалася на площі близько 30 тис. га, в тому числі на території таких областей: Волинської — 3,2, Житомирської — 4,6, Київської — 3,5, Львівської — 2,0, Рівненської — 8,0, Сумської — 0,9, Хмельницької — 1,1, Черкаської — 0,2, Чернігівської — 6,0 тис. га. Щорічно із згаданої площі заготовляли близько 5 тис. т. живиці.

Резерви зросту видобутку живиці вбачаються у кваліфікованій підготовці робітників для підсочки, вдосконаленні її технології і підсочних інструментів, ефективному використанні сировинної бази, застосуванні нових високоефективних стимуляторів виходу живиці і відбору у підсочку сосен підвищеної смолопродуктивності. Слід застосовувати лісівничі методи підвищення смолопродуктивності соснових насаджень на селекційній основі. Зокрема, рубки формування та оздоровлення лісів із визначенням високосмолопродуктивних форм сосни та подальшим доглядом за ними, впровадження біологічної меліорації заболочених сосняків.

Подальший розвиток та інтенсифікація підсочного виробництва мають спрямовуватися також на вдосконалення організаційної структури підсочного виробництва. Лісові підприємства повинні здійснювати систематичний контроль за дотриманням «Правил заготівлі живиці в лісах України», раціональним використанням переданих насаджень для підсочки та їх станом, а також посилити контроль за життєдіяльністю підсочених насаджень. Відповідальність за їх порушення визначається «Правилами відпуску деревини на пні».

Не менш важливим у видобутку живиці є суб'єктивний фактор, оскільки від професійної підготовки робітника залежить якість виконаних робіт і, як наслідок, вихід живиці з одного дерева. Варто всіляко стимулювати працю здимників, застосовуючи прогресивні умови преміювання та оплати праці, а

також передавати на конкурсній основі у користування (оренду) ділянки для проведення підсочки як юридичним, так і фізичним особам, згідно з Лісовим кодексом України.

Отже, враховуючи широке застосування живиці та деревних соків, попит, а також забезпечення споживачів власними ресурсами, необхідно постійно покращувати і значно раціональніше використовувати підсочну базу хвойних та листяних дерев, розробляти й впроваджувати нові методи підсочки, застосовувати нові засади господарювання, а також вести підготовку висококваліфікованих спеціалістів у цій галузі.

Загальні поняття про підсочку, стан та перспективи. Підсочка лісу – це наукова та навчальна дисципліна лісу, орієнтована на вивчення видобутку, переробки та використання натуральних смол, ефірних масел, харчових і технічних соків, камеді та іншої сировини рослинного походження.

Зазначена дисципліна, в основі якої знаходиться живий рослинний організм, спирається на дані таких дисциплін біологічного і технічного профілю, як анатомія, фізіологія й біохімія рослин, лісознавство та лісівництво, дендрологія, селекція, кліматологія, деревинознавство, таксація, лісове товарознавство, хімія, фізика, теорія різання. Для раціонального використання сировинної бази і планування підсочного виробництва необхідно знати організацію й економіку лісового господарства та лісової промисловості. Таким чином, для підсочки лісу існує свій об'єкт досліджень, історія становлення та розвитку.

Під підсочкою розуміють регулярне нанесення спеціальних поранень на стовбури дерев у період вегетації для отримання з них продукції життєдіяльності. Найбільшого поширення і розвитку у світовій практиці отримала підсочка каучуконосів і хвойних порід, переважно різних видів сосни. При підсочці сосни та інших хвойних дерев отримують живицю, або терпентин; при підсочці гевеї бразильської, маніоти – молочний сік, який густіє й перетворюється в еластичну масу – натуральний каучук. З деяких видів акації, астрагалу, маслини та сумаху при надрізанні кори або стовбура добувають камедь, яку використовують як технічну сировину. При підсочці різних видів берези, клена, а також бука, граба і горіха чорного отримують цукристі харчові соки. Процес підсочки – трудомісткий, мало механізований, робота здимника зазвичай перебігає у просторовій ізоляції, оскільки площа робочої ділянки значна. Крім того, підсочне виробництво залежить від лісівничих, метеорологічних та інших факторів.

Сировинну базу підсочки становлять:

1. Сигли та пристигаючі насадження I–IV класів бонітету, у складі яких налічується 40 % і більше дерев хвойних порід, що після закінчення терміну

підсочки будуть призначені до суцільної або останнього прийому поступової рубки головного користування.

2. Здорові екземпляри дерев діаметром 20 см і більше, що не мають значних пошкоджень. Здорові дерева діаметром до 20 см, а також дерева, що мають значні механічні пошкодження, ослаблені й пошкоджені раком-сірянкою більше ніж на 50 % окружності стовбура, призначаються для підсочки тільки за 2 роки до рубки.

3. Для підсочки передаються стиглі насадження:

- сосни не раніше за 10 років;
- ялини – за 3 роки;
- модрина – за 5 років до призначення їх до суцільної рубки або останнього прийому поступової рубки.

Підсочка пристигаючих насаджень сосни допускається за браком стиглих соснових деревостанів.

4. Для підсочки також можуть призначатися:

- смолопродуктивні насадження V класу бонітету залежно від місцевих умов;

- рідколісся;

- селекційно-насінневі ділянки, плюсові дерева, насінники, насінневі куртини і смути, які виконали свої функції і призначені до рубання;

- насадження, у складі яких налічуються менше 40 % придатних для підсочки дерев;

- насадження на земельних ділянках лісового фонду, що в установленому порядку призначені для розчищення.

5. Для підсочки не призначаються:

- насадження в осередках розмноження шкідників до їх ліквідації;

- насадження в лісах, де згідно із законодавством не допускається проведення рубок головного користування;

- насадження, послаблені внаслідок пожеж, пошкоджені шкідниками, хворобами та іншими несприятливими факторами;

- насадження, в яких передбачається проведення вибіркового рубок головного користування.

Основним робітником на підсочці лісу є ЗДИМНИК. Він виконує наступні роботи: розмічування кар, підрум'янювання, заточування, правку і регулювання інструментів, приготування робочих розчинів або паст стимуляторів, нанесення підновок. Склад і послідовність виконання робіт здимником визначається прийнятою технологією підсочки для конкретної лісосіки, яка повинна забезпечувати високу продуктивність праці, ефективне використання сировинної бази, якість продукції, забезпечення техніки безпеки та

протипожежних заходів. Усі роботи з підсочки хвойних дерев умовно можна розділити на три види: підготовчі, основні виробничі і завершальні.

Підготовчі роботи здійснюються з метою створення безпечних і сприятливих умов праці, а також включають будівництво споруд тимчасового призначення, під'їзних шляхів, відбір придатних для підсочки дерев, розмітку, підрум'янювання і оконтурювання кар, проведення жолобків, встановлення кароустаткування, перелік дерев, кар.

Робоче місце здимника (ділянка лісу, на якій впродовж сезону виконуються роботи з видобутку живиці) повинно бути підготовленим відповідно до вимог правил техніки безпеки і пожежної безпеки:

- знімають завислі, сухостійні, заселенні вторинними шкідниками та повалені дерева;
- розчищають місця біля майбутніх робочих дерев, обрубують сучки та гілки, які заважатимуть закладанню майбутніх кар;
- налагоджують переходи у важкодоступних місцях;
- обладнують місця для зберігання хімікатів, інструментів та готової продукції, а також місце для приготування робочих розчинів і паст.

З метою поліпшення організації підсочних робіт лісосіки розбивають на менші ділянки – літери, площа яких становить 2,5–5 га, і відділені одна від одної природними границями (дороги, стежки, канами та ін.) або візирами. Згідно зі встановленими нормами виробітку та врахуванням індивідуальних здібностей робітника, кількість кар на ділянках повинна бути не більшою 500 шт., які здимник обробляє впродовж робочого дня.

До початку підсочки намічають найбільш раціональний шлях переходів від дерева до дерева і рух по ділянці, одночасно підготовлюють місце для заправки хаків стимулятором. Розташування таких місць має забезпечувати їх багаторазове використання впродовж робочого дня і найбільш раціональне пересування робітника по лісосіці.

Підготовчі роботи можуть проводитися з моменту підписання акта передачі насаджень для підсочки. Проведення жолобків і встановлення кароустаткування здійснюється у весняний період після розмерзання деревини. При підготовчих роботах виконують наступні операції.

Розмічування кар – позначення на дереві границі кар згідно з вимогами Правил заготівлі живиці в лісах України. За допомогою розмітника робітник вимірює діаметр дерева, на шкалі навантаження знаходить значення ширини міжкарного ремня або кари. Після цього рухома пластина розмітника закріплює у відповідному місці та за допомогою різців, які встановлені на кінці пластин, намічає границі кар.

Підрум'янювання – зняття грубого шару кори до її згладжування на місці майбутньої кари. Залишають шар кори не більше 3-5 мм на всій поверхні кари. За допомогою струга спочатку знімають грубий тріщинуватий шар кори, а потім обережно доводять поверхню кари до зникнення тріщин та нерівностей.

Оконтурування – позначення бічних меж робочої поверхні кар після підрум'янювання. Його здійснюють у тому випадку, коли підрум'янювання виходить за межі встановлених нормативів. Бічні межі кар відзначають, орієнтуючись за лініями розмітки. Якщо сліди розмітки не збереглися, то знову вимірюють діаметр стовбура і встановлюють ширину кари. Оконтурювання кар виконують спеціальними інструментами-оконтурювачами або розмітниками-оконтурювачами.

Перелік кар – точний облік кар необхідний для визначення денної норми виробітку, планових завдань добування живиці, оплати робітників тощо. Суцільний перелік кар проводять на всіх ділянках, що надходять у підсочку, за допомогою мірної вилки або розмітника. Отримані дані заносять у перелікові відомості.

Проведення напрямних жолобків здійснюють для ціленаправленого стікання живиці у приймач. Жолобок проводиться вертикально. Глибина жолобка повинна бути на 1–2 мм більшою за глибину підновок. Спочатку визначають середину кари, верхню та нижню границі жолобка. Потім, одним рухом жолобкового хака проводять жолобок, при цьому на низьких карах хак настроюють на роботу знизу вгору, а на високих, навпаки, зверху вниз. Зріз повинен бути гладеньким, без задирів та нерівностей. При закінченні жолобка роблять поступовий вихід з деревини.

Кароустаткування – закріплення приймачів для збору живиці на дереві. Приймачі встановлюють «в щап» і «під риску» та за допомогою клямпов-тримачів. Щап (щілину) в корі та деревині роблять стамескою, для цього лезо прикладають до твірної стовбура під кутом 25–35° і забивають на глибину 4–5 мм. «Під риску» приймачі встановлюють, як правило, при низхідному способі підсочки. При цьому на корі стовбура хаком виконують горизонтальну риску.

Основні виробничі роботи включають регулярне нанесення підновок, періодичного збору живиці і барасу, очищення жолобків, відправлення живиці до місця її переробки.

Нанесення підновок – зрізання лубу і деревини для отримання гладенького жолобоподібного зрізу глибиною 2–5 см. Перші підновки наносять, коли середньодобова температура повітря досягає +7°C. Перші каропідновки, які називають вусами, визначають рисунок майбутньої кари (напрямок, довжину, глибину підновок і кут між ними). Тому першу підновку рекомендується

наносити особливо ретельно, використовуючи трафарет. Спочатку необхідно налаштувати ріжучий інструмент для нанесення підновок визначеним способом, кроком та глибиною підновки. Для цього регулюють висування різця відносно монтажною пластини та натяг зворотної пружини. Перевірку здійснюють на свіжовипилянній дошці вимірюючи глибину зрізів і відстань між ними.

Нанесення підновки складається з таких етапів: а) встановлення полоза регулятора кроку підновки (монтажною пластини) в попередню підновку так, щоб різець був вище пластини (висхідний спосіб) або нижче (низхідний спосіб) і знаходився посередині кари; б) одним рухом рук від себе наносять підновку на одній стороні кари. При нанесенні підновки на іншій стороні кари проводять аналогічні операції. При цьому важливо витримувати правильний кут нахилу інструмента до поверхні стовбура для того, щоб живиця не розтікалася по дзеркалу кари, а стікала по жолобку підновки.

Нанесення підновок та їх оброблення стимулятором смоловиділення передбачає використання хімічних хаків. Дотримання рекомендованих доз витрати стимулятора забезпечується правильним регулюванням роботи дозатора та пристосувань, які подають стимулятор (герметичність ємностей, чистота отворів дозатора, справність насоса, клапанів, трубок тощо). Перед початком роботи і впродовж дня необхідно проводити регулювання дозатора та забезпечувати відповідність його роботи з процесом нанесення підновок. Рідкі стимулятори повинні наноситися на верхню половину підновки так, щоб стікаючи, змочувати підновку повністю, але не потрапляти у приймач живиці. Пастоподібні стимулятори наносять рівномірно по всій довжині краю зрізу підновки.

Заточування, правка і догляд за ріжучим інструментом (хаком). У процесі нанесення підновок важливе значення має кут заточування різця, який повинен знаходитися в межах $10-13^\circ$, а гострота заточування різця має бути в межах 0,02-0,04 мм. Заточують різці водяними точилами або спеціальними вузькими брусками № 180 і № 200. Остаточну правку леза здійснюють шиферними брусками.

Збирання живиці. Техніка збору живиці відносно проста. За допомогою збірної лопатки живицю вибирають в оцинковані відра і завантажують у металічні, дерев'яні бочки або спеціальні поліетиленові мішки.

Для зняття і встановлення приймачів застосовують спеціальні знімачі. При висоті встановлення приймачів до 3 м використовують простий подвійний знімач, на більшій висоті – знімач конструкції Ромашка.

Якість заготовленої живиці визначають згідно із затвердженими стандартами України на живицю соснову. Бочки з живицею перед

відправленням споживачам маркують, де вказують: назву продукту і його сорт, номер ДСТУ, вагу брутто, тару, нетто.

Завершальні роботи – збирання і прибирання устаткування. Підсочний сезон завершують, коли вихід живиці на підновку знижується до 5–6 г. Спочатку розпочинають роботи на ділянках із високо розташованими карами та на галявинах, а потім на всіх інших. Приймачі ретельно очищують від живиці, жолобки – від барасу. Проводять інвентаризацію і підготовку підсочних інструментів та устаткування до зимового зберігання.

Збір барасу виконують з кар, якщо ділянка виходить із підсочки. Його знімають дворучними стругами в спеціальні мішки-хребтюги, тоді як на високо розташованих карах використовують бараскит Алексеєва. Зібраний барас завантажують в окремі бочки, на яких при маркуванні відзначають, що це живиця ІІІ сорту або барас, якщо в ньому знаходиться менше 85 % смолистих речовин.

Анатомія смоляного апарату сосни. Утворення живиці в сосні проходить в особливій системі живих паренхімних клітин, які розташовані в смоляних ходах і здатні до синтезу й виділення продуктів вторинного обміну – терпеноїдів. Сосна має три роз'єднані між собою системи смоляних ходів: у хвої, у первинній корі та деревині. Для підсочки практичне значення має система смоляних ходів деревини, яка складається із вертикальних та горизонтальних смоляних ходів. Вертикальні смоляні ходи закладаються на початку липня, коли починає формуватись пізня деревина. Смоляний хід у деревині сосни не є випадковим явищем: його утворення пов'язане з діяльністю камбію, живих паренхімних клітин, а також з наявністю в обміні речовин фізіолого-біохімічних процесів біосинтезу терпенів. Смоляні ходи утворюються в кожному річному шарі, а їх кількість у деревині відображає розміри смолотвірної і смоловидільної системи.

Вертикальний смоляний хід складається з каналу, який оточений паренхімними вистилаючими (епітеліальними) клітинами. Навколо шару клітин епітелію розташовано кільце мертвих клітин, до яких прилягають клітини супроводжуючої паренхіми (рис. 7.1). Мертві клітини зростаються із вистилаючою паренхімою, створюючи кільце міцності, яке запобігає розриву смоляних ходів при наростанні тиску у внутрішніх порожнинах каналів. Навколо клітин мертвого шару розміщені живі клітини супроводжуючої паренхіми. Які виконують запасну функцію і є постачальниками поживних речовин для клітин епітелію які, у свою чергу, необхідні для синтезу живиці та підтримання життєдіяльності. За ними розташовані товстостінні трахеїди, що мають вузьку порожнину заповнену водою. Клітини епітелію заповнені густою зернистою цитоплазмою з ядром, пластидами і мітохондріями. Обернені у внутрішню порожнину каналу, оболонки клітини епітелію не дерев'яніють і

завжди залишаються еластичними. У цих клітин добре розвинутий пластидний апарат, який складається з багаточисельних лейкопластів, що займають значну частину об'єму цитоплазми, кількість і розмір котрих пов'язаний з інтенсивністю синтезу терпеноїдів. Кількість мітохондрій, які забезпечують синтез терпеноїдів енергією, у вистилаючих клітинах значно більша, ніж в інших паренхімних клітинах.



Рис. 7.1. Анатомічна будова вертикального смоляного ходу
1 – трахеїди; 2 – клітини серцевинного променя; 3 – клітина епітелію; 4 – порожнина каналу; 5 – клітина мертвого шару; 6 – клітина супроводжуючої паренхіми

У переважній більшості вертикальні смоляні ходи закладаються у пізній зоні річного кільця, оскільки утворюються вони у другій половини вегетаційного періоду.

Горизонтальні смоляні ходи складаються із тих же елементів, що й вертикальні і розміщуються у серцевинних променях (рис. 7.2). характер розміщення горизонтальних смоляних ходів у деревині визначає і сам процес їхнього утворення. Горизонтальні ходи утворюються поступово, одночасно із серцевинними променями у міру наростання річних кілець деревини та лубу. У горизонтальних ходах часто мертвий шар розташовується лише справа і зліва, а зверху і знизу до вистилаючих клітин безпосередньо прилягає паренхіма серцевинного променя. Мертві клітини захищають ніжні паренхімні клітини, вони не мають плазми і заповнені повітрям. Шар мертвих клітин не завжди зімкнутий, в них є міжклітинники, які сприяють обміну поживних речовин і води між вистилаючими клітинами і супроводжуючою паренхімою. Клітини мертвого шару та супроводжуючої паренхіми не сполучаються через пори, що

спостерігається у решти паренхімних клітин променів. Супроводжуюча паренхіма на думку багатьох дослідників [Треїніс, Егоренко, Медников] – постачальником поживних речовин для епітеліальних клітин, оскільки цитоплазма у цих клітин густа і в'язка, ядро часто буває майже повністю закрите великою кількістю запасних речовин – крохмалю та жирів. Горизонтальний смоляний хід щорічно видовжується одночасно з приростанням деревини та лубу. Кінець смоляного ходу на межі переходу заболоні у ядро – закупорюється, що ізолює живицю ядра від живиці заболоні. внаслідок чого остання стає недоступною при підсохці. Тобто, зона активних смоляних ходів обмежується при підсохці лише системою смоляних ходів заболоні.

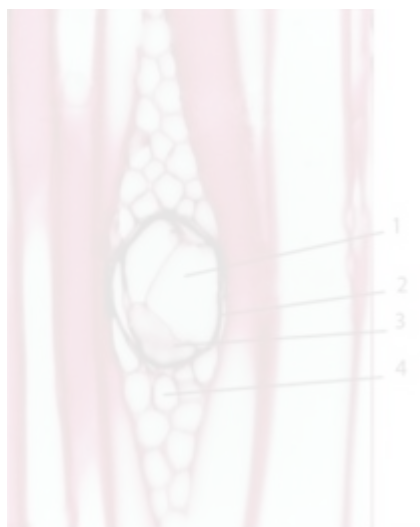


Рис. 7.2. Серцевинний промінь із горизонтальним смоляним ходом:
1 – канал горизонтального смоляного ходу; 2 – клітини мертвого шару; 3 – клітини епітелію; 4 – клітини супроводжуючої паренхіми.

Розміри смоляних ходів залежать від віку дерева, його діаметра, розмірів трахеїд. Оскільки з віком (до 70–80 років) ширина трахеїд збільшується, то й розміри смоляних ходів зростають від внутрішніх до зовнішніх шарів. У перестійних дерев діаметр смоляного ходу відповідає 3–5 рядам трахеїд.

У зовнішніх шарах середньовікових дерев сосни діаметр вертикального смоляного ходу досягає 60–80 мкм, пристигаючих – 90–100, стиглих – 110–130 мкм. Діаметр вертикального смоляного ходу у середньому дорівнює 100 мкм, або 0,1 мм. При повному заповненні каналу живицею його діаметр становить 80 % діаметра смоляного ходу, або 0,08 мм. Діаметр горизонтальних

смоляних ходів значно менший від вертикальних і в середньому дорівнює 40 мкм, або 0,04 мм. Діаметр каналу при максимальному заповненні його живицею може досягати 75 % діаметра смоляного ходу, що становить 0,03 мм. Довжина вертикальних смоляних ходів коливається в межах 10–80 см, в середньому 50 см, довжина горизонтальних – визначається протяжністю серцевинних променів, а довжина діяльних – дорівнює ширині шару заболоні.

Горизонтальні смоляні ходи, що розміщені у радіальній площині, проходять через ряд річних кілець, де перетинаються із вертикальними смоляними ходами. Оскільки на шляху горизонтального ходу трапляється декілька вертикальних, відповідно, вертикальні у радіальній площині перетинають кілька горизонтальних утворюється радіальна решітка зв'язку, яка забезпечує вільне переміщення (перетікання) живиці у вертикальному та горизонтальному напрямках. Найчастіше з'єднання вертикальних та горизонтальних смоляних ходів здійснюється у радіальному напрямку через ходи серцевинних променів. Вертикальні смоляні ходи з'єднуючись із горизонтальними створюють єдину смолоносну систему стовбура (рис. 7.3). У 1 см³ деревини стовбура кількість таких з'єднань становить 250–600 шт.



Рис. 7.3. З'єднання вертикального смоляного ходу із горизонтальним на поперечному перерізі стовбура.

Ця анатомічна особливість деревини має важливе значення для підсочки, оскільки полегшує пересування живиці з внутрішніх шарів заболоні до поранень при заготівлі живиці.

Для підсочки важливе значення має кількість смоляних ходів, яка визначає місткість смолоносного апарату. Кількість вертикальних смоляних ходів зростає із збільшенням ширини річного кільця і вмісту пізньої деревини. Їх кількість на

1 см довжини кільця річного шару (лінійна кількість смоляних ходів) можна визначити за формулою, запропонованою німецьким вченим Мюнхом (E. Munch, 1924):

$$n = 4b + 3 \quad (7.1)$$

де b – ширина річного шару, мм; 3 – встановлена дослідним шляхом постійна величина.

Як свідчить формула (2.1), смоляних ходів у річному кільці на 1 см окружності завжди більше трьох на величину, що перевищує в чотири рази товщину шару, виражену в міліметрах.

Густоту смоляних ходів (d — кількість на 1 см^2) можна визначити за формулою (2.2), що впливає з попередньої залежності. Якщо ширина річного шару визначено в мм, то в 1 см^2 поперечного перетину кількість річних шарів становить $10/b$. Оскільки кожен з шарів має $3+4b$ ходів, то всього їх кількість на 1 см^2 становитиме:

$$d = 30/b + 40 \quad (7.2)$$

Густота смоляних ходів перебуває у зворотній і криволінійній залежності від ширини річних шарів. Певною мірою ця закономірність пояснює підвищення смолопродуктивності зі збільшенням віку деревостану, оскільки в зрілому віці формуються більш вузькі річні кільця. Відомо, що смолопродуктивність дерев залежить від багатьох факторів, в тому числі і від умов зростання та загального фізіологічного стану дерева. Крім того, дослідники пов'язують кількість смоляних ходів з комплексним впливом кліматичних умов і сонячною активністю.

Кількість вертикальних смоляних ходів у середньому коливається в межах 50–60 шт., горизонтальних – 70–100 шт. на 1 см^2 . У відземковій частині стовбура смоляних ходів, порівняно з іншими його частинами, найбільше. Місткість смолоносної системи соснового дерева, як відзначає Мюнх, становить приблизно 4 л/м^3 деревини. Уся надземна частина сосни середнього віку (120 років) середнього бонітету дає близько 1 м^3 щільної деревини і $0,3 \text{ м}^3$ кореневої. Майже $2/3$ цієї маси деревини припадає на заболонь, яка може містити максимум 3,5 л живиці. Проте для підсочки має значення не вся заболонна деревина, а її зовнішній шар завтовшки 2–4 см. Об'єм живиці, який перебуває в ній, становить близько 1,5–2,0 л. Таку кількість живиці отримують за один сезон з дерева. Отже, при підсочці у сосни проходить новоутворення живиці, внаслідок чого вміст смоли в ній постійно відновлюється.

Фізіологія смолотворення та смоловиділення. *Смолотворення* у хвойних порід – дуже складний процес, пов'язаний з активним виведенням специфічних продуктів обміну речовин з метаболічно активних компартментів клітини в метаболічно менш активні (М.М. Мусієнко, 2001). Такі важливі питання для

теорії і практики підсочного виробництва, як локалізація синтезу смолистих речовин, можливі шляхи утворення живиці, механізми виділення та відновлення запасів, які отримують при підсочці, завжди цікавили вчених усього світу.

За сучасними уявленнями, синтез терпенів починається зразу ж після утворення міжклітинника на місці майбутнього каналу смоляного ходу і відбувається, головним чином, на зовнішніх мембранах оболонок пластид і (в меншій мірі) на мембранах ендоплазматичного ретикулуму, зовнішніх мембранах оболонок мітохондрій і ядра. Синтезовані терпени накопичуються в міжмембранному просторі оболонок органел, потім передаються в елементи ендоплазматичного ретикулуму, який здійснює їх внутрішньоклітинний транспорт. Таким чином, смоли відносять до внутрішніх рослинних виділень, що накопичуються в тканинах (за класифікацією О.А. Зауралова, 1985).

Синтез секреторних терпенів (похідні терпенів) включає багато реакцій, кожна з яких каталізується особливим ферментом. Це досить складний і не вивчений досі процес. За найбільш прийнятливою тепер вуглеводневою теорією Ейлера (Н. Euler-Chelpin, 1925), живиця утворюється з цукрів, що надходять з крони та запасної їх форми – крохмалю, що є в деревині. Дана теорія пов'язує утворення терпенів з проміжними продуктами спиртового бродіння – піровиноградною кислотою. Утворення молекул піровиноградної кислоти з глюкози відбувається в результаті гліколізу – основного шляху катаболізму вуглеводів, що включає ряд послідовних реакцій (додаток 4). Субстрати гліколізу (крохмаль, сахароза) попередньо гідролізуються: з крохмалю утворюється глюкоза, а з сахарози – фруктоза. Крохмаль запасється в хлоропластах, сахароза надходить через флоему з фотосинтезуючих органів (хвої). Вихідною речовиною (субстратом) у біосинтезі терпенів є оцтова кислота (постачальник ацетильних груп CH_3CO) та ацетил-кофермент А, які формуються при розкладанні піровиноградної кислоти. Вони виступають вихідними продуктами для синтезу жирних кислот, полімерів ізопрену (C_5H_8), терпенів, які входять до складу живиці. Шляхом конденсації ацетил-КоА ($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}-\text{CoA}$) (походження з вуглеводів і жирів або шляхом розпаду лейцину) утворюється β -окси- β -метилглутарил-КоА, який займає ключове місце в утворенні терпенів. Відновленням цієї речовини утворюється мевалонова кислота ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_4$), з якої біосинтетично через мевалон-5-фосфат і мевалон-5-пірофосфат утворюється ізопентенілпірофосфат ($\text{C}_5\text{H}_8\text{OH}-\text{P}_2\text{O}_6^3$). Цей «активізований ізопрен» є вихідним для біосинтезу *гераніл*-, *фарнезил*- і *дигераніл*-пірофосфату, як відповідні основи для *терпенів*, *секвітерпенів*, *тритерпенів* і *каротиноїдів*. Мевалонова кислота, окрім даного синтезу, служить для утворення деяких алкалоїдів і обміну жирних кислот. Синтез

ізопренів та жирних кислот на початку є спільним. Проте процес утворення смоляних кислот більш складний, ніж терпенів. Співвідношення смоляних кислот і терпенів у живиці становить 68 % і 32 %. Таким чином, живиця в смоляних ходах сосни є відновлювальним продуктом, і після її виділення проходить процес новоутворення.

Механізм виділення живиці при підсохці вивчений поки що недостатньо. Найбільш визнаною є теорія Мюнха-Іванова (Л.А. Иванов, 1930), яка пояснює виділення живиці з клітин епітелію в канал смоляного ходу та просування по ньому до підсохного поранення під взаємодією сил осмотичного тиску, гідростатичного тургору і секреторного тиску. Під секреторним тиском розуміють силу, яка виникає в процесі утворення живиці в плазмі вистилаючих клітин і проштовхує живицю у внутрішню порожнину каналу смоляного ходу. Джерелом енергії, яка проштовхує частинки живиці через оболонки видільних клітин, є електроосмос, що виникає внаслідок різниці потенціалів на межі двох середовищ – плазми вистилаючих клітин та внутрішньої порожнини смоляного ходу. Смоловиділення зі смоляного ходу можна умовно поділити на чотири етапи:

1. Канал смоляного ходу заповнюється живицею, при цьому секреторний тиск досягає максимуму, видільні тканини стиснуті найбільшою мірою і майже повністю позбавлені води. В такому стані, коли секреторний тиск максимальний і зрівноважений з осмотичним, дерево нормально функціонує.

2. Розкриття каналу смоляного ходу відбувається внаслідок нанесення підновок чи інших пошкоджень за рахунок перепаду тисків (від секреторного – 2 МПа до атмосферного – 0,1 МПа). При цьому секреторний і осмотичний тиски падають, а внаслідок всмоктування води з оточуючих клітин тургор епітеліальних клітин наростає і продовжує виштовхувати живицю з каналу смоляного ходу.

3. Смоляний канал звільнений від живиці, видільні клітини заповнені водою і займають всю порожнину каналу. Осмотичний тиск клітин – мінімальний, а гідростатичний тургор – максимальний.

4. Живиця утворюється в клітинах епітелію та переходить у внутрішню порожнину каналу. При цьому частинки живиці тиснуть на клітини епітелію і виштовхують з них воду. Ця стадія характеризується наростанням секреторного тиску, зменшенням пружного натягу оболонок клітин та підвищенням осмотичного тиску (об'єм клітин зменшується, підвищується концентрація осмотично діючих речовин клітини).

Смоловиділення продовжується від декількох годин до трьох діб – залежно від фізіологічного стану дерева та інших внутрішніх і зовнішніх факторів. Спочатку спостерігається інтенсивне смоловиділення, потім сповільнене аж до

повного закінчення. Встановлено, що близько 90 % живиці сосна виділяє в перші 24 год. після нанесення підновки.

Закінчення смоловиділення зумовлене декількома чинниками, що діють одночасно. По-перше, падає тиск у каналі смоляного ходу, по-друге, видільні клітини внаслідок поглинання ними води розбухають і перекривають канал, по-третє, утворюється пробка із закристалізованої живиці. Від природних факторів залежить, який із чинників відіграє основну роль. При жаркій і сухій погоді живиця швидше кристалізується, і це буде основною причиною припинення витікання живиці. При холодній і вологій погоді припинення витікання живиці буде зумовлено зниженням тиску в каналі смоляного ходу і розбуханням клітин епітелію. Таким чином відзначено, що весною та восени живиця виділяється довше, проте з меншою інтенсивністю, ніж влітку. Нанесення систематичних підновок направлено на усунення епітеліальних клітин, що розбухають, та пробки із закристалізованої живиці.

Склад і властивості живиці. *Живиця* – природна смола, яка є продуктом життєдіяльності рослини і виділяється на місці поранення. Це прозора, в'язка рідина білого, жовтого або сіро-коричневого кольору з характерним сосновим запахом. Щільність живиці близька до одиниці. У воді розчиняється погано, але при її перемішуванні вода від неї відділяється дуже повільно і не повністю. Живиця розчиняється у багатьох органічних розчинниках (бензин, бензол, етил, етанол, скипидар та інші).

До складу живиці в основному входять два класи сполук – рідкі **терпенові вуглеводні** з загальною формулою $C_{10}H_{16}$ і розчинні в них тверді **смоляні кислоти** з загальною формулою $C_{20}H_{30}O_2$. Вміст терпенів у живиці досягає 35–38 %, внаслідок чого живиця на момент витікання з деревини являє собою рухливу прозору рідину. На повітрі терпени поступово випаровуються, внаслідок чого живиця з часом густіє, а потім твердне і перетворюється в крихку масу. Затверділу живицю називають **барас**. У загуслій живиці вміст терпенів зменшується до 13–18 %, а у барасі – до 7–8 %. Крім смоляних кислот і терпенів, загусла живиця містить близько 6 % води та 1 % механічних домішок (пил, куски кори, листя, комахи тощо), які потрапляють у відкриті приймачі.

За якістю соснову живицю поділяють на три сорти – 1-й, 2-й, 3-й. Живицю, яка має вміст скипидару менше 13 %, застосовують як барас, а з вмістом води та сміття понад 15 % вважають несортним матеріалом. Технічні вимоги до живиці згідно наведені в табл. 7.1. Використання живиці в непереробленому вигляді обмежене. Незначна її частина використовується при виробництві друкарських фарб, чорнил, мастил, пластирів і мазі, а також сургучу.

Таблиця 7.1

Технічні вимоги до соснової живиці

Назва показника	Сорт		
	I	II	III
Масовий вміст смолистих речовин, %, не менше	93	88	85
в тому числі скипидару, %, не менше	13	13	не нормується
Масовий вміст води, механічних домішок і сухих речовин концентрату сульфітно-дріжджової бражки, %, не менше	7	12	15
в тому числі механічних домішок і сухих речовин концентрату сульфітно-дріжджової бражки, %, не менше	1,5	2,5	8,0
в тому числі сухих речовин концентрату сульфітно-дріжджової бражки, %, не менше	0,1	0,5	0,7

У промисловості основну частину живиці переробляють на каніфоль і скипидар, які одержують на *каніфольно-терпентинному виробництві*.

Склад і властивості каніфолі. Каніфоль є сумішшю твердих ізомерних смоляних кислот – вищих трициклічних ненасичених одноосновних карбонових кислот загального складу $C_{19}H_{29}COOH$. Це аморфна, тверда та крихка речовина з характерним переломом і скляним блиском. Її колір змінюється від світло-жовтого або майже безколірного до темного з рубіново-червоним відтінком. Щільність її дорівнює 1,07–1,09 г/см³. Технічні вимоги до каніфолі соснової згідно наведені в табл. 7.2. Каніфоль добре розчиняється в ефірі, спирті, ацетоні, скипидарі та бензолі, гірше — у бензині, гасі та фурфуролу, не розчиняється у воді.

Смоляні кислоти, що входять до складу живиці, можна розглядати як похідні дитерпенів, в яких метильна група замінена на карбоксил. Проте смоляні кислоти є нестійкими і при нагріванні або на повітрі легко піддаються ізомеризації. Смоляні кислоти, які знаходяться в живиці, є первинними, а

змінені на повітрі або переробкою — вторинними. Таким чином, каніфоль складається з первинних і вторинних смоляних кислот. За рахунок подвійних зв'язків, що мають смоляні кислоти, каніфоль легко окислюється киснем повітря, особливо у дрібнодисперсному стані. Найбільшу схильність до окислення проявляє абіетинова кислота. Каніфоль добре розчиняється у багатьох органічних розчинниках, таких як метиловий та етиловий спирти, хлороформ, ацетон та інших, але не розчиняється у воді.

Живична каніфоль має високі електроізоляційні властивості, тому її широко використовують в електротехнічній промисловості.

Таблиця 7.2

Технічні вимоги до соснової каніфолі

Властивості	Вищий сорт	1-й сорт	2-й сорт
Інтенсивність фарбування	X, WW, WG	X, WW, WG, N	M, K, I, H, G
Масова частка води, %, не більше	0,2	0,2	0,2
Масова частка золи, %, не більше	0,03	0,04	0,04
Масова частка механічних домішок, %, не більше	0,03	0,04	0,04
Температура розм'якшення, С°, не нижче	69	68	66
Кислотне число, мг КІН на 1 г продукту, не менше	169	168	166
Схильність до кристалізації	відсутність медового пористого осаду		
Масова частка неомилюючих речовин, %, не більше	6,0	6,5	7,5

Основні галузі використання каніфолі і продуктів на її основі наочно демонструє нижче наведена схема (рис. 7.3).

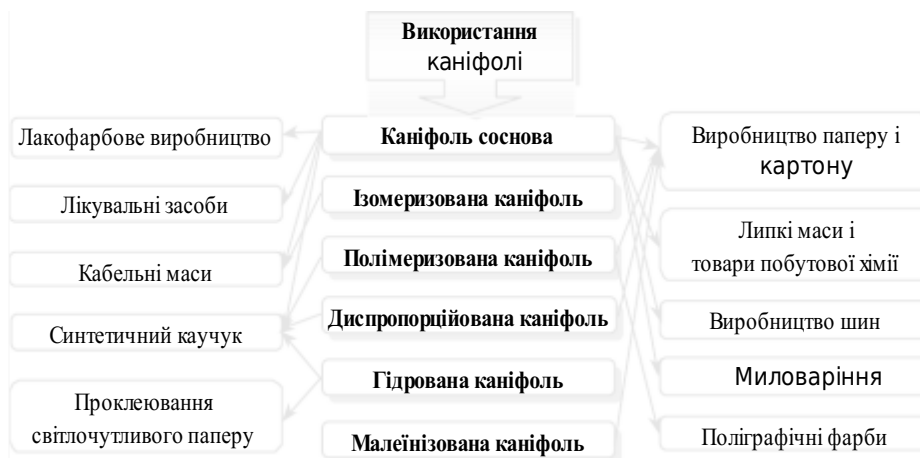


Рис. 7.3. Схема використання каніфолі

Основним споживачем каніфолі паперова промисловість — 30 % (проклеювання паперу, виготовлення друкарських фарб), нафтохімічна — 20 % (креолін, шкірозамінники, мастила, ефір, пластифікатори пластмас, ізоляційні матеріали, оліфа, клеї, лінолеум, резинові вироби), харчова промисловість (пляшкова смолка, емалювання бочок, ефір для заміни рослинних олій), машинобудівна (паяння, лудіння), текстильна (апретування тканин для надання пружності й м'якості).

Склад та властивості скипідура.

Скипидар – це суміш терпенів загального складу $C_{10}H_{16}$ з домішками їх кисневмісних похідних (терпеноїдів) – спиртів, складних ефірів, кетонів тощо, що входять до складу живиці. Вміст окремих терпенів у скипидарі залежить як від природи живиці, так і від способу виділення скипидару (табл. 7.3).

Живичний скипидар отримують внаслідок перегонки живиці з водяною парою. Його випускають трьох гатунків – вищого, 1-го та 2-го. Це прозора летка рідина з характерним запахом, без осаду, його густина коливається в межах $0,855\text{--}0,863\text{ г/см}^3$.

Екстракційний скипидар, який отримують з осмолу, за якістю поступається живичному, має жовтуватий колір, його густина – $0,852\text{--}0,864\text{ г/см}^3$.

Сухоперегінний скипидар отримують внаслідок сухої перегонки деревини, поділяють на три гатунки: 1-й (червоний колір та різкий запах), 2-й (червоний колір) та 3-й (темно-червоний).

Таблиця 7.3

Склад різних видів скипидару

Терпен	Масовий вміст, %		
	сосновий живичний	сосновий екстракційний	ялицевий живичний
α -Пінен	61–71	51–58	~25
Δ^3 -Карен	17–26	23–27	~8
Дипентен	3,5–6	4,2–5,5	–
β -Пінен	2–5	2,1–2,5	~8
Терпінолен	1,5–3	1,5–3,5	–
Камфен	0,7–2,8	2,8–3,7	~10
β -Фелландрен	0,5–2,0	–	~18
γ -Терпінен	0,3–1,0	0,9–1,4	–
Борнілацетат	–	–	~15
п-Цимол	–	3,1–1,4	–

Скипидар містить переважно терпени, що утворились з п'яти-вуглеводних сполук ізопрену C_5H_8 . Найбільш цінна частина – піненові фракції, які є основою для синтезу вторинних продуктів. Важлива властивість терпенів – здатність окислюватись і відновлювати кисень повітря до озону, внаслідок чого повітря у сосновому лісі «озонується». Основні продукти, які одержують переробкою скипидару та галузі їх використання, наглядно демонструє схема наведена в додатку 5. Скипидар широко використовується як розчинник для виробництва олійних і інших фарб, лаків, мастик, паст тощо. Крім того, ректифікацією скипидару з нього виділяють окремі терпени, які є вихідними речовинами для синтезу низки цінних продуктів.

Підсочка лісу у зарубіжних країнах.

Підсочка в США. За виробництвом каніфольно-скипидарних продуктів перше місце в світі займають США. Загальний обсяг виробництва каніфолі в цій країні складає 325 тис. т на рік, у тому числі екстракційної 118 і живичної 11,5 тис. Дефіцит покривається за рахунок імпорту з Китаю та інших країн. Споживання каніфолі в паперовому виробництві, завдяки новим технологіям, в даний час скоротилося з 4 до 1,36 кг на 1 т паперу. Живична каніфоль на сьогодні в загальному балансі у виробництві паперу становить лише 4–5 %.

У США в підсочування залучені насадження сосни кубинської і сосни болотної, що виростають головним чином на півдні (штат Джорджія). Обидва види відзначаються інтенсивним зростанням і високою біологічною смолопродуктивністю. При тривалості підсочного сезону 8–9 міс на рік середній вихід живиці з кари за сезон складає 4 кг.

Підсочка проводиться висхідним способом, як правило, з застосуванням сірчаної кислоти. Термін підсочки 4–6, рідко 8 років. Застосовується 50 % рідка або 60 % загущена (паста) сірчана кислота. Пауза підновки становить

відповідно 14 і 21–28 днів. На деревах діаметром до 35 см закладають одну кару, ширина якої дорівнює діаметру дерева. Підновки наносять без попереднього підрум'янювання хаками з гачкоподібними різцями, без заглиблення у деревину, зрізуючи тільки кору, луб і камбій. Крок підновки становить 20–30 мм.

Підсочка в Мексиці. У Мексиці щорічно видобувається близько 60 тис. т живиці. Підсочка ведеться головним чином за французькою системою Гуга. Підсочується сосна Монтесуми, в меншій мірі — сосни Гартвега, Веймута, мексиканська та ін.

Підсочка в Китаї. Країна займає перше місце в світі з видобутку живиці. Підсочують сосну масонську та інші види сосен. Від інтенсивних способів підсочки здійснено перехід на ощадливі режими підсочки терміном до 20 років.

Розвиток підсочки в КНР забезпечується великою наявністю робочої сили, сприятливими кліматичними умовами, зростанням внутрішніх потреб на лісохімічні продукти. Передбачається розведення соснових насаджень для підсочки на землях, малопридатних і непридатних для сільськогосподарських угідь.

Основними районами видобутку живиці в КНР є провінція Гуандун в Гуан-Чжуанській автономній області, де підсочують штучні соснові насадження, а також провінції Фуцзянь і Хунань, в яких підсочують природні соснові деревостани. Китайський експорт живичної каніфолі охоплює три основних регіони — Японію, Європу і США.

Підсочка у Франції. Для підсочки використовують в основному штучні насадження сосни приморської. Підсочка лісу у Франції зосереджена головним чином у департаменті Ланди, де видобувається більше половини всієї живиці, а також в департаменті Жиронда (30 % видобутої живиці).

Підсочку здійснюють за так званою системою Гуга. З 5-річного віку в соснових насадженнях проводяться інтенсивні рубки догляду. З 17–20 років починають підсочування дерев, що підлягають видаленню при черговому проріджуванні. До 30 років вирощується деревостан головного користування, що надходить у тривалу підсочку, терміном 40–50 років.

Довготривала підсочка у Франції ведеться з мінімальним одноразовим навантаженням дерев карами. Закладають одну вузьку кару завширшки 9 см, підсочка ведеться з 4–5 років у прикореневій частині стовбура до висоти 3.0–3.2 м. Потім дереву дається відпочинок від 1 до 3 років і після цього закладають другу кару на тій же висоті з деяким відступанням по окружності стовбура. Повторна підсочка на одній і тій ж ділянці стовбура можлива тільки при високій відновній здатності тканин сосни приморської. Для підвищення виходу живиці також впроваджуються методи підсочки з застосуванням розведеної сірчаної

кислоти та інших хімічних стимуляторів, в тому числі біологічно активних речовин.

Підсочка в Португалії та Іспанії. З європейських країн Португалія є найбільшим постачальником на світовий ринок живичний каніфолі і скипидару. У цих країнах щорічно видобувається понад 130 тис. т соснової живиці, широко застосовують довгострокову підсочування з хімічним впливом сірчаної кислоти.

У Португалії, як і в Іспанії, для підсочки вирощують соснові насадження високосмолопродуктивних і швидкозростаючих видів сосен.

Підсочка в Греції. Ведеться довготривала підсочка сосни алепської з щорічним отриманням близько 20 тис. т живиці. Для видобутку живиці застосовують американський спосіб підсочки лубу з сірчаною кислотою. Споживання сирової живиці всередині країни обмежене. Отримана живична каніфоль використовується головним чином у паперовій промисловості Греції, а також експортується в Чехію, Італію та Німеччину, а скипидар поставляють головним чином у Велику Британію.

Підсочка в Туреччині. Соснові насадження Туреччини складаються головним чином з сосни алепської, калабрійської, звичайної і кримської.

Підсочують сосну алепську і калабрійську, з щорічною кількістю видобутої живиці близько 5 тис. т. Застосовується ребристий спосіб нанесення підновок з хімічним впливом сірчаної та соляної кислот.

Підсочка в Індії. У країні успішно розвивається підсочка лісу, а видобуток живиці — більший, ніж у Франції та Іспанії. Підсочують високопродуктивні види сосен — гімалайську, Веймутова, Жерарда та ін.

Підсочка ведеться за французькою системою з терміном до 25 років. Застосовують також і короткострокову підсочку. Успішно освоюють нові лісові масиви. Наявність достатньої робочої сили у підсочному виробництві стримує впровадження стимуляторів смоловиділення. Застосування стимуляторів дозволило б підвищити валовий збір живиці та збільшити продуктивність праці робітників.

Підсочка в Азії. З азіатських країн підсочкою займаються в Японії, Бірмі, Пакистані. Однак можливість закупівлі порівняно дешевих і високоякісних каніфольно-скипидарних продуктів з Китаю не сприяє розвитку заготівлі живиці у цих країнах.

ТЕХНОЛОГІЯ ПІДСОЧКИ ЛИСТЯНИХ ПОРІД

Сировинна база підсочки. Освоєння сировинної бази розпочинається з вибору ділянок березових та кленових насаджень у підсочку та відбору на кожній ділянці дерев, придатних для підсочки, з одночасним детальним оглядом кожного дерева. При цьому необхідно дотримуватись наступних вимог:

- підсочці підлягають насадження, що призначені в рубку головного користування в лісах другої групи, а також у лісовідновну рубку в лісах першої групи;

- у підсочку призначають стиглі і перестійні насадження III і вищих класів бонітету з повнотою 0.4–0.7 і наявністю дерев, які мають діаметр понад 18 см, не менше 50 шт. на 1 га;

- для підсочки відбирають здорові, без значних пошкоджень дерева, з добре розвинутими кронами;

- ділянки лісу необхідно вибирати на сухій підвищеній місцевості з рівнинним рельєфом, поблизу доріг, лісових кордонів, лісництв або пунктів переробки соку.

У підсочку не призначають:

- насадження IV-V класів бонітетів, дерева IV-V класів росту та розвитку по Г. Крафту;

- ділянки, розміщені на заболочених місцях;

- насадження, ослаблені пожежею, ентомошкідниками та фітозахворюваннями, в яких з моменту проведення хімічних заходів боротьби з шкідниками пройшло менше двох років;

- насадження зелених зон, за винятком дерев лісгосподарської частини, які призначені до рубання;

- поле- та ґрунтозахисні насадження і смуги, одиничні дерева в парках, місцях масового відпочинку, вздовж доріг та водоймищ, особливо захисні ділянки всіх груп;

- селекційно-насінневі ділянки та плантації, плюсові дерева, насінники, куртини та смуги;

- дерева, підібрані для спецсортиментів.

Після вибору ділянки її обмежують, встановлюючи стовпи, на яких вказують номер кварталу та виділу, площу, рік початку і закінчення підсочки. В лісництвах ведуть облік насаджень, переданих у підсочку. Право підсочки оформляють лісовим квитком на побічне користування.

Підсочка листяних дерев може бути *короткотривалою* (не більше трьох років) та *довготривалою* (більше трьох років), при якій відбувається заростання каналів.

При підсочці листяних дерев проводять такі роботи: підготовка інструментів та підсочного обладнання, підрум'янювання, свердління каналів, встановлення пристосувань для збору соку, налаштування сокоприймачів, монтаж сокопроводів, збір соку, демонтаж підсочного обладнання та консервація його на зимовий час, а також закриття підсочних каналів.

Роботи при підготовці до підсочного сезону здійснюють у два етапи: перший — восени і зимою, другий — навесні.

При підготовчих роботах проводять візуальне обмеження ділянки, встановлюючи стовпи, позначаючи на них номер кварталу, виділу, площу, рік початку та закінчення підсочки. На ділянках проводять відбір дерев, придатних для підсочки. При цьому на кожне відібране дерево фарбою наносять номер та число отворів, які необхідно висвердлити. Для полегшення свердління каналів та встановлення пристосувань для збору соку у місцях їх закладання стругом або сокирою проводять підрум'янювання розміром 5х5 см. Підрум'янювання здійснюють безпосередньо перед початком соковиділення. У наступні роки канали закладають на тому ж рівні на відстані 10 см у той чи інший бік по окружності стовбура. З початком соковиділення приступають до свердління каналів. Фазу соковиділення встановлюють, проколюючи шилом кору з захватом деревини на глибину 1.0–1.5 см. День появи з проколів перших крапель соку починає фазу соковиділення. Початком соковиділення вважають день, коли в цю фазу вступить не менше 10 % екземплярів, масовим настанням — день, коли цей показник зросте до 50 %.

Матеріали спостережень свідчать про значні коливання початку, закінчення та тривалості соковиділення, яке у клена гостролистого, наприклад, починається трохи раніше, ніж у берези повислої. Середньодобова температура повітря в день початку соковиділення для берези становить 0.8–5.0 °С. Однак щорічна температура може коливатися від -4,8 до +9,8 °С. Біологічний мінімум температур для початку соковиділення у клена гостролистого значно нижчий і, залежно від району спостереження, перебуває в межах від 0,3 до 1,1 °С. В окремі роки температура повітря в день початку соковиділення для клена гостролистого коливається в межах від -9,9 до +7,5 °С.

Видобуток соку з листяних дерев здійснюють *відкритим, напівзакритим і закритим* способами.

Найпростішим вважається *відкритий спосіб*. Він не передбачає наявності спеціальних пристосувань: використовують звичайні напівкруглі металеві або дерев'яні жолобки. Їх забивають у кору дерев з невеликим нахилом до землі. Як правило, під жолобком ставлять сокоприймачі — скляні банки. При таких обставинах у дощові дні вода, стікаючи по стовбуру, попадає в жолобок, з якого перетікає у сокоприймач. Крім цього, у сік потрапляють різні домішки — кора, комахи і т.п. У час інтенсивного соковиділення сокоприймачі швидко наповнюються, що призводить до переливання соку через краї банки. Отже, відкритий спосіб, незважаючи на його простоту, має ряд недоліків, які зменшують обсяги його використання.

Напівзакритий спосіб передбачає поєднання відкритих пристосувань для збору соку з використанням закритих сокоприймачів. Для такого способу підсочки рекомендовано використовувати жолобок конструкції В.П. Рябчука (пока 20 В.П. Рябчук, 1988) (рис. 5.1).

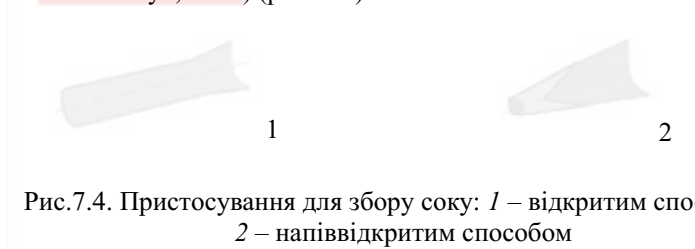


Рис. 7.4. Пристосування для збору соку: 1 – відкритим способом; 2 – напіввідкритим способом

Жолобки забивають у кору дерев, відступаючи вниз від підсочних каналів на 20–30 мм. На вільний кінець пристосувань натягають шланг, кінець якого вставляють у поліетиленову кришку з отвором у центрі. Ця кришка закриває сокоприймач, чим попереджує попадання у нього сторонніх домішок (проте не запобігає попаданню води).

Закритий спосіб підсочки полягає у повній ізоляції збору соку і практично унеможливує потрапляння у сік сторонніх домішок та води. Для збору соку використовують пристосування, яке встановлюють у підсочні канали або забивають у кору навколо них (рис. 7.5). При індивідуальному способі сокоприймачами слугують скляні банки або мішки великої ємності з харчового поліетилену. При *зборі соку* враховують закономірності соковиділення впродовж доби та календарного часу підсочки. Протягом календарного періоду, під впливом екологічних умов і фізіологічного стану рослин, соковиділення підпорядковується визначеним закономірностям: у першій половині підсочки одночасно зі збільшенням середньодобової температури повітря, ґрунту та деревини стовбура зростає сокопродуктивність дерев, у другій половині підсочки спостерігається зворотне явище – з підвищенням абсолютних температур вихід соку зменшується. Максимальне соковиділення припадає на післяобідні години, а в нічний час вихід соку мінімальний або припиняється повністю.



Рис. 7.5. Пристосування для збору соку закритим способом

Розрізняють *виробничу та біологічну* тривалість соковиділення. Остання представляє собою період часу від початку соковиділення до його масового припинення. Для берези повислої вона коливається в межах 18–32 діб. Для промислових та інших цілей збір соку проводять переважно в період від початку соковиділення до початку його бродіння. Тому заготівлю соку здійснюють в період від масового настання соковиділення до початку його бродіння. Ознака початку бродіння — помутніння соку, поява білого нальоту в каналах і на пристосуваннях.

Щоб попередити стікання соку по корі пня і спрямувати його у пристосування, стамескою у визначених місцях проводять напрямні канавки глибиною близько 5 мм. Приймачами для збирання соку слугують трілітрові банки, які встановлюють у спеціальні заглиблення, зроблені в ґрунті.

Для *зберігання та перевезення соку* придатні скляна тара, дерев'яні бочки з деревини листяних порід (липа, дуб, клен, добре витримана осика), молочні фляги, металеві бочки, цистерни та інші ємності з нержавіючої сталі або емальовані, що дозволяється використовувати для харчових цілей діючою нормативно-технічною документацією.

До заключних робіт приступають після закінчення соковиділення, яке фіксується днем, коли воно припиняється не менше ніж у 10 % дерев, а масове припинення — це день, коли вихід соку закінчився приблизно у 50 % екземплярів дерев у межах площі, за якою ведуться спостереження.

Після припинення соковиділення демонтують обладнання, чистять, промивають та складають для збереження. Підсочні канали рекомендується замазувати садовою мастикою, віконною замазкою або живичною пастою.

Основи і класифікація хімічної переробки деревини.

Лісохімічні виробництва, засновані на хімічній переробці деревини, кори, деревної зелені та живиці, займають вагомe місце у лісопромисловому комплексі України. До них відносяться суха перегонка деревини, вуглевипалювання і різні види каніфольно-скипидарних виробництв, целюлозне та гідролізні виробництва та тощо (додаток 6)

Деревина слугує у народному господарстві вихідною сировиною для вироблення більше ніж двадцяти тисяч продуктів і виробів. Залежно від ступеня перетворень деревини в кінцевий продукт, способи переробки деревної сировини класифікують на три основні групи: *механічні, хіміко-механічні й хімічні*. В одних технологічних процесах вона зберігає свої вихідні фізико-механічні властивості, макро- і мікроструктуру, в інших – використовується як джерело волокнистої сировини, у деяких – як хімічна сировина.

Механічна переробка деревини полягає у зміні її форм пилянням, струганням, фрезеруванням, лущенням, розколюванням тощо. У результаті механічної обробки одержують різноманітні товари народного споживання і промислового призначення, продукцію й сировину для суміжних переробних галузей промисловості. Механічним стиранням деревини одержують волокнисті напівфабрикати.

У разі *хіміко-механічної переробки* одержують проміжний продукт із деревини, однорідний за складом і розміром – спеціально різану стружку, подрібнену деревину, шпон. Проміжний продукт, який отримують механічним способом, покривають синтетичною зв'язувальною речовиною. При хіміко-механічній переробці одержують фанеру, столярні, деревостружкові і цементно-стружкові плити, арболіт і фіброліт. Хіміко-механічний спосіб використовують при одержанні волокнистих напівфабрикатів у целюлозно-паперовій промисловості. Один із напрямів хіміко-механічної переробки полягає в одержанні модифікованої деревини. Найпростіший спосіб поліпшення природних властивостей деревини – збільшення її щільності пресуванням, називають термомеханічним модифікуванням. Механічний вплив може поєднуватися з нагріванням, пропарюванням, просоченням деревини мінеральними оліями чи смолами. Хіміко-механічне модифікування здійснюється попередньою обробкою деревини аміаком чи сечовиною з наступним пресуванням. Комбінований механічний, термічний і хімічний вплив викликає зміни фізичних властивостей і хімічного складу деревини, в результаті чого підвищується її пластичність і поліпшуються умови пресування. Одержувані матеріали мають стабільність форми і розмірів, характеризуються високими показниками фізико-механічних властивостей, приблизно пропорційні ступені ущільнення.

Хімічна переробка деревини здійснюється термічним розкладанням під впливом розчинників, лугів, кислот, кислих солей сірчаної кислоти. Термічне розкладання (вуглевипалювання або піроліз) деревини проводять нагріванням деревини при високій температурі без доступу повітря. В процесі піролізу одержують тверді, рідкі та газоподібні продукти. З них найбільше практичне значення в народному господарстві має деревне вугілля. Вуглевипалювання відбувається у ретортах і механізованих вуглевипалювальних печах, які поділяють на пересувні й стаціонарні, безперервної дії та періодично діючі. Залежно від породи деревини і способу піролізу деревне вугілля виробляють трьох марок: А – вугілля, що отримують з деревини твердолистяних порід і берези; Б – вугілля, що отримують з твердолистяних і м'яколистяних порід; В – вугілля, що одержують з м'яколистяних і хвойних порід. За допомогою розчинників із деревини, попередньо подрібненої в тріску, екстрагують різні

речовини. При екстракції водою одержують дубильні речовини. З деревини модрини водою екстрагують камедь, що має властивості клею. Її використовують у поліграфічній, текстильній і сірниковій промисловості. При обробці хвойної деревини слабкими розчинами лугів, без тиску, з неї витягають смолисті речовини і невелику кількість лігніну, геміцелюлози. При тривалому нагріванні деревини під тиском з концентрованими розчинами лугу, узятими в надлишку, відбувається її повне розкладання. Продуктами розкладання є газ, смола, оцтова і мурашина кислоти. Значна кількість цих кислот утворюється при окислюванні деревини киснем повітря в слабколужному середовищі під тиском.

Каніфоль і скипидар можна отримувати екстракцією з хвойної деревини, попередньо забезпеченої смолистими речовинами (каніфольно-екстракційне виробництво), або шляхом сухої перегонки деревини (смолоскипидарне виробництво). З цією метою використовують переважно пеньковий (просмолена деревина пеньків та коріння), каровий (деревина в зоні кар), колодковий (стовбурна частина пошкоджених пожежею і повалених дерев) обсмол. Смолоскипидарні установки називають печами, якщо камера розкладання цегляна; ретортою, котлом або казаном, якщо камера металічна. Найпоширеніші в смолоскипидарному виробництві мінська реторта та в'ятський котел. Технологічний процес переробки живиці в каніфоль та скипидар складається з наступних операцій: складування й первинної обробки живиці, плавлення, освітлення, відстоювання живиці від сміття і води, відгону скипидару, уварювання та розливу каніфолі.

Складування живиці необхідне для створення запасів з метою забезпечення ритмічної безперебійної роботи підприємства, оскільки живиця — сировина сезонна. При первинній обробці живицю зважують, відбирають проби для аналізу її складу, а також проводять підготовку для плавлення, для чого її розмішують до однорідного стану, доводячи вміст скипидару до 25–30 %. Плавлення живиці здійснюють при температурі 105–110 °С. За цих умов вона стає текучою, легко фільтрується і транспортується трубопроводами. Відгін скипидару і уварювання каніфолі здійснюють в каніфолеварильних кубах або колонах безперервним способом. Для отримання високоякісної каніфолі живицю освітлюють. Дану операцію проводять одночасно з плавленням живиці, для чого до неї додають фосфорну кислоту або монофосфат кальцію. Освітлюючий ефект досягають також при промиванні живиці розбавленими мінеральними кислотами.

Смолоскипидарне виробництво є різновидом сухої перегонки деревини. Залежно від матеріалу камери розкладання смолоскипидарні установки поділяють на дві групи. До першої належать установки з металічними камерами розкладання, які називають *ретортами*, або *котлами* (мінська реторта,

в'ятський котел), до другої групи — установки з цегляними камерами розкладання, які називають печами (піч-кожухівка).

Мінська реторта найбільш розповсюджена в смоло-скипидарному виробництві. Реторта дає змогу отримувати підскипидарну (відганяється одночасно зі скипидаром) і підсмольну воду (містить 7–9 % оцтової кислоти і 10–12 % розчинних смол).

Принципи дії смолоскипидарних установок полягає у наступному. Поділений та очищений осмол щільно завантажують в реторту, герметично закривають, з'єднують апарат з холодильником та нагрівають. Пари води та скипидару, що виділяються при цьому, відводяться в холодильники, де охолоджуються та збираються. Смоли та інші продукти розкладання осмолу через смоляний хід, вмонтований у днищі апарата, відводять у спеціальні збірники, де смола відстоюється і відділяється від підсмольної води.

Технологія каніфольно-екстракційного виробництва полягає в екстракції смолистих речовин з подрібненої деревини розчинниками, серед яких найчастіше використовують бензин. Даний розчинник порівняно добре розчиняє смолисті речовини, майже не змінюючи інших складових деревини. Легко відділяється від каніфолі і скипидару перегонкою, практично не змінюється при багаторазовому використанні і не розчиняється у воді. Порівняно дешевий і слаботоксичний, має ряд позитивних теплотехнічних властивостей (відносно високу температуру кипіння, незначну теплоту пароутворення та ін.). Проте бензин вогне- і вибухонебезпечний, що необхідно враховувати при його використанні.

Спочатку осмол розділяють на тріску, потім додатково подрібнюють. На подрібнений осмол діють розчинниками. Розчин високої концентрації, що утворився в процесі дифузії, віддає смолисті речовини в розчин меншої концентрації. Цей процес повторюється доти, доки концентрація смолистих речовин всередині трісок і в розчині не стане однаковою. Якщо після цього розчин замінити свіжим розчинником, то знову концентрація розчину всередині деревини буде вищою, ніж у розчині, що омиває тріски. Смолисті речовини знову зможуть переходити в розчин з низькою концентрацією до настання рівноваги. Волога перешкоджає проникненню розчинника всередину трісок. Крім того, при підвищеному тиску розчинник легше проникає всередину деревини. Це зменшує час, необхідний для проведення екстракції. Виявлено, що процес дифузії перебігає інтенсивніше, якщо існує різниця між концентрацією розчину всередині деревини і концентрацією розчину, що омиває її. Тому в процесі екстракції необхідно забезпечити постійну циркуляцію розчинника та його безперервне надходження до деревини.

ДЬОГОТЬ одержують сухою перегонкою берести – зовнішньої тканини кори берези. Заготовляють бересту з дерев, що ростуть, проте для дьогтьокуріння можуть бути використані й неокорені березові дрова, а також кора липи та осики. Для дьогтьокуріння або піролізу берести використовують апарати із зовнішнім обігрівом: казани, реторти, печі, котли.

Основною частиною дьогтекурінної установки є камери розкладання берести. Вони виготовляються з металу, цегли чи глини і мають різні форми та об'єми. Всі типи дьогтекурінних установок мають свої переваги та недоліки. В установках, які мають цегляну камеру розкладання берести, її прогрів відбувається повільно, і відгонка дьогтю здійснюється в кращих температурних умовах, ніж на установках із сталевими камерами розкладання. Вихід дьогтю в цих печах нижчий.

Апарати зі сталевими камерами продуктивніші і забезпечують кращу герметичність. Корчажні дьогтекурінні установки малопродуктивні, недовговічні (1–1.5 роки), витрачають багато палива (12–16 м³/т берести). Однак якість дьогтю, отриманого в глиняних корчагах, значно вища, ніж дьогтю, отриманого в казанах і ретортних установках.

Дьоготь являє собою густу, в'язку, маслянисту, неклеюку рідину чорного кольору з голубувато-зеленим відтінком та сильним специфічним запахом. **Берестовий дьоготь застосовують у шкіряній промисловості. Перевага дьогтю перед іншими жировими матеріалами (риб'ячий жир, мінеральне масло та ін.) полягає в тому, що він не тільки змащує шкіру, робить її м'якою, але й надає їй водостійкості, міцності. Шкіру, оброблену дьогтем, називають юхтою. Чистий дьоготь застосовують у ветеринарії та фармацевтичній промисловості (дегтярне мило, лікарські мазі), а також для лікування шкірних захворювань.**

Деревна зелень слугує сировиною для виготовлення вітамінного борошна, продуктів лісобіохімічного виробництва, а також використовується у свіжозаготовленому вигляді як кормова добавка до раціону сільськогосподарських тварин і птиці. Технологія виробництва вітамінного борошна складається з двох самостійних стадій: заготівлі кондиційної зелені та її переробки на борошно. Заготівля деревної зелені – трудомістка операція, що тісно пов'язана з технологією лісозаготівлі. При цьому слід пам'ятати, що при тривалому зберіганні деревної зелені губляться її цінні властивості. Процес переробки кондиційної зелені на вітамінне борошно включає в себе висушування, розмелювання та фасування готового продукту. Для кормових

цілей не можна заготовляти деревну зелень із таких рослин: крушини, сумаху отруйного, вовчої ягоди, бузини чорної, горіха, бересклету, дуба і ліщини.

Хлорофіло-каротинову пасту виробляють паралельно з одержанням вітамінного борошна. Хлорофіло-каротинова паста являє собою густу суміш хлорофілів «А» та «В», каротину та омилених в процесі виробництва смолистих речовин. Сировиною для виготовлення хлорофіло-каротинової пасту є подрібнені пагони свіжозрубаних дерев сосни. Хлорофіло-каротинова паста використовується як засоби гігієни (хвойне туалетне мило, соляно-хвойний екстракт для лікувальних ванн тощо).

Хвойні ефірні масла отримують відгонкою їх водяною парою. Сировиною для виробництва ялицевого масла слугує хвоя ялиці, а також тонкі охвоєні гілки (ялицева лапка). Ефірні масла використовують у парфумерії, медицині, миловарінні та інших галузях. Для виготовлення ялицевого масла застосовують ялицеварні установки сибірського типу.

Концентрат хлорофіліну натрію – порошкоподібний продукт чорного кольору, що розчиняється у спирті та воді. Цей продукт отримують із деревної зелені при виробництві хлорофіло-каротинової пасту в процесі комплексної переробки бензинового екстракту. Концентрат застосовується як лікувальний засіб у медицині та добавка до косметичних виробів.

Хвойний віск – світло-зелений порошок із характерним хвойним запахом, що являє собою суміш ефірів жирних кислот (70–80 %), вільних жирних і смоляних кислот (15–20 %), а також жовтих пігментів. Хвойний віск отримують за фільтрації охолодженого бензинового екстракту смолистих речовин хвої сосни й ялини. Препарат використовують для виготовлення косметичних виробів.

Паста бальзамічна – густа в'язка маса темно-зеленого або оливково-зеленого кольору із запахом хвої. Паста є сумішшю омилених бензинорозчинних кислот у вигляді водної емульсії. Цей продукт отримують при виробництві хлорофіліну натрію омиленням жирних кислот натрієвим лугом. Пасту застосовують у парфумерно-косметичних виробках як активний емульгатор.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Виногоров Г. К. Технология лесозаготовок . Москва : Лесн. пром-сть, 1984. 295 с.
2. Гидрозахват ПТБ-4,5УМ. URL: [lismash.prom.ua>gidrozahvat-modernizovaniy/html](http://lismash.prom.ua/gidroзахvat-modernizovaniy/html) ▼
3. Дружба (бензопила). Википедия. URL: [https // ru. wikipedia. org / wiki](https://ru.wikipedia.org/wiki).
4. Захват Горыныч. URL: rostechimport.ru/www.
5. Зима І. М., Малюгін Т. Т. Механізація лісогосподарських робіт. 4-е вид., перероб. і доп. Київ: Фірма «ІНКОС», 2006. 488 с.
6. История продукции: Минский тракторный завод. URL: Belarus-tractor.com>МТЗ холдинг>История продукции ▼.
7. Конструктивные особенности пильных цепей и уход за ними. URL: dm-st.ru/konstruk-tivnyie-osobennosti-pilnyih.
8. Лісовий Кодекс України. Затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 08.02.2006 р. № 3404-ІV/ –43 с.
9. Лісові машини і механізми. URL: [lisnyk.com>index.php?topic=45,0](http://lisnyk.com/index.php?topic=45,0) ▼/
10. Матвейко А. П., Федоренчик А. С. Технология и машины лесосечных работ. Минск : Наука, 2002. С?
11. Машина трелевочная бесчokerная ОТЗ-330. URL: [agromh.com>mashina-trelevochna-ja-beschokernaja](http://agromh.com/mashina-trelevochna-ja-beschokernaja)... ▼
12. Мотокосы STIHL. Методические материалы. Москва : ООО «Инко2р», 2012. 16 с.
13. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: підручник для студ. вищ. навч. закладів.— Київ : Фотосоціоцентр, 2001. 392 с.
14. Пятакин В.И., Салминен Э.О., Бит Ю.А. и др. / Лесозэксплуатация: учебник для студ. высш. Учеб. Заведений. – Москва : Издат. Центр «Академия», 2007. 320 с.
15. Пилка бензиномоторна «Мотор Січ-470», «Мотор Січ-475». Керівництво з експлуатації. Запоріжжя : АТ «Мотор Січ», 2012. 46 с.
16. Подборщики пачек. URL : Helpiks.org/5-85.html... ▼
17. Принцип работы двухтактного бензинового двигателя. URL : [tool – land. ru / rabota dvi-gatelya dvukhtatnogo php](http://tool-land.ru/rabota-dvi-gatelya-dvukhtatnogo-php).
18. Радомышльський машиностроительный завод. Каталог продукции. URL: [rmzavod.all. biz>goods](http://rmzavod.all.biz/goods) ▼.
19. Різальна гарнітура STIHL: догляд та обслуговування. ТОВ АНДРЕАС ШТІЛЬ, 2015. 33 с.
20. Рябчук В.П. Соки лиственных деревьев: монография. – Львов, вища школа, 1988. 152 с.

21. Тиберій Шкіря. **Машини та обладнання лісосічних і лісоскладських робіт.** Підручник. Львів : Тріада Плюс. 2005. 436 с.
22. Трактор МТЗ ТТР-401М. URL : [belarus-mtz.by/каталог продукции>лесные машины> tractor-mtz-ttr-401m](http://belarus-mtz.by/каталог_продукции/лесные_машины/tractor-mtz-ttr-401m).
23. Трелевка леса – Лесопаркстрой. Вырубка деревьев, удаление деревьев. URL : leso-park.su/index_2.php?id=468.
24. Трелевочник бесчokerный ЛТ-187. URL : www.azcm.pф/wood-technik/trelevochnik-beschokernyj-lt-187 ▼
25. Трелевочный трактор ТДТ-55 (ТДТ-55А). Руководство по эксплуатации. Петрозаводск : Изд-во «Карелия», 1975. 164 с.
26. Трелевочный трактор ТТ-4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Производственное объединение «Алтайский тракторный завод». Москва : Машиностроение, 1979. 230 с.
27. Устройство и принцип действия двухтактного двигателя внутреннего сгорания. URL : [motosvit.com > dvigatel / htm](http://motosvit.com/dvigatel/htm).
28. Харвестер и форвардер – уникальные машины для лесозаготовки. URL : [россельхоз.-рф>статьи>наука и техника](http://россельхоз.-рф/статьи/наука_и_техника) ▼
29. Что такое форвардер. Принцип работы и назначение. URL : [harves.ru...что-такое for-vader-princip-raboty-i-naznachenie](http://harves.ru...что-такое-for-vader-princip-raboty-i-naznachenie) ▼
30. Шелгунов Ю.В., Шейнин Я.Г., Ларионов Л.А. Лесозаготовка. – Москва : Лесн. прод-сть, 1981. 317 с.
31. Шкіря Т.М. **Технологія і машини лісосічних робіт.** – Львів: Український державний лісотехнічний університет, «Тріада плюс», 2003. 352 с.
32. Шкіря Т.М. **Машини та обладнання лісосічних і лісоскладських робіт.** Підручник. – Львів: Тріада Плюс. 2005. 436 с.
33. STIHL. Каталог 2016. Waiblingen, Deutschland: Andreas Stihl AG & Co. KG, 2015. 243 с.

Додатки

Додаток 1

ПОГОДЖЕНО:

Працівники: служби
охорони праці; відділу
лісового господарства
(лісозаготівель)

(підпис, ініціали, прізвище)

(підпис, ініціали, прізвище)

Житомирське обласне
управління лісового та
мисливського господарства

(назва облуправління

підприємства -

лісозаготівельника)

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Головний інженер,
Головний лісничий

(підпис, ініціали, прізвище)

" " 20 року

КАРТА

ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗРОБЛЕННЯ ЛІСОСІКИ

(найменування способів рубок головного користування (вибіркова, поступова, суцільна))

(найменування рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства)

у лісництві, кварталі N , виділі N , урочищі
Лісорубний квиток N від " " 20 року
Термін розроблення лісосіки: початок " " 20 року, кінець " " 20 року
Період очищення лісосіки: з " " 20 року до " " 20 року

I. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСОСІКИ

- Площа лісосіки га; 2. Господарство ;
(хвойне, м'яколистяне, твердолистяне, склад деревостану)
- Повнота насадження ; 4. Деревний запас, що вирубується, куб. м;
- Відвантаження деревини ведеться: деревами %; деревними хлистами %;
довготтям %; сортиментами %.
- Середній об'єм деревного хлиста куб. м;
- Інші складові характеристики
(механічний склад ґрунту (ступінь зволоженості))

(рельєф місцевості)

II. КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ

- Число бригад , 2. Склад бригад(и) чол., в т. числі: вальників лісу чол.;
лісорубів II-V розрядів чол.; трактористів-машиністів чол.; чокерівників чол.;
допоміжних працівників чол., 3. Наявність техніки та інших засобів виробництва:
бензопилок шт.; мотокущорізів шт.; гідроклинів шт.; лебідок шт.;
(марка, число)
звалювальних вилок шт.; коней шт.; лісозаготівельних машин (тракторів) шт.
(марка, кількість)

III. ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

- З охорони праці: каски шт.; підшоломники зимові шт.; сигнальні жилети шт.;
заборонні знаки обгородження небезпечних зон шт.; побутові приміщення шт.;
аптечки шт.; бачки (термоси) для води шт.; інші засоби індивідуального
захисту (ЗІЗ): спец.одяг шт. чоботи пар.; рукавиці пар.; куртки ватні шт.
- З пожежної безпеки: вогнегасники шт.; багри шт.; лопати шт.;
відра шт.; ящики з піском шт.; інші ЗІЗ

IV. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ЛІСОСІКИ

МАСШТАБ: у 1 см - ____ м.

Переважаючий напрям вітру:

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Границі лісосіки, їх довжина	Верхні лісосклади
Границі зон безпеки навкруги лісосіки, виробничих елементів за її межами та побутового приміщення	Заборонні знаки обгородження небезпечних зон
Границі пасік	Місце зберігання паливно-мастильних матеріалів
Шляхи переходу працівників з пасіки в пасіку	Переважаючий напрям вітру
Основний напрямок звалювання дерев	Побутове приміщення
Напрямок розроблення пасік	Місце зберігання техніки
Трелювальний волок тракторний	Діючі дороги, стежки
Трелювальний волок кінний	Черговість розробки пасіки
Напрямок трелювання	Струмки, водотоки, крутояри
Траси канатних установок	Наявність додаткових небезпек: ссуви, обвали, кам'яні розсипи
Наземний спуск	Електро та телефонні мережі
Напрямок схилу	Газо та нафтопроводи
Напрямок вивезення деревини	

Додаток 1 до карти технологічного процесу

V. ПОСЛІДОВНІСТЬ ТА ЧЕРГОВІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Найменування лісосічних операцій, включаючи навантажування деревини	Послідовність виконання операцій	Машини, інструмент та інші засоби виробництва	Черговість розробки пасік, розташування працівників за такими варіантами:							
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
		I варіант								
Звалювання дерев										
Прив'язування дерев										
Відрізування стовбурів, гілок, обрубів										
ування сучків										
Розкрязування на напівхлести										
Підтрелювання напівхлестів до магістрального волока										
Трелювання н/хл по трелювальному волоку										
Підготовка н/хл до кряжування										
Розкрязування н/хл										

на верхньому складі	
Навантаження	
деревини	
Очистка лісосіки	
	II варіант
Звалювання дерев	
Привязування дерев	
Підтрелювання	
хлестів	
Трелювання хлестів	
Підготовка хлестів до	
кряжування	
Кряжування хлестів	
на в.с.	
Пачкування	
сортиментів	
Навантаження	
сортиментів	
Очистка лісосіки	
	III варіант
Звалювання дерев	
Привязування дерев	
Відрізування	
стовбурів, гілок, сучків	
Кряжування хлестів	
на сортименти	
Спуск сортиментів по	
земляних спусках	
Пачкування	
сортиментів	
Підтрелювання	
сортиментів	
Трелювання	
сортиментів до в.с.	
Навантаження	
сортиментів	
Очистка лісосіки	

V. ПОСЛІДОВНІСТЬ ТА ЧЕРГОВІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБІТ

[illegible]

Послідовність та черговість виконання робіт проводити в залежності від способу трелювання деревини (в хлистах, напівхлистах, сортиментах) згідно додатку 1 до інструкції щодо складання карти технологічного процесу розроблення лісосіки.

VI. ОПИС БЕЗПЕЧНИХ СПОСОБІВ ПРАЦІ НА ПІДГОТОВЧИХ ТА ОСНОВНИХ РОБОТАХ

(щодо підготовки робочого місця; безпечного звалювання небезпечних дерев та дерев
великого діаметра; безпечних способів зняття завислих дерев; очищення дерев від сучків на
схилах; трелювання деревини канатною установкою, трактором, кіньми; трелювання дерев,
деревних хлестів, довгоття, сортиментів; навантажування та вивезення круглого лісу;
способу очищення лісосіки; інших безпечних прийомів праці в технологічному процесі)

VII. ОСОБЛИВІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

1. До роботи зі звалювання дерев слід допускати лише вальників, які пройшли спеціальну підготовку у навчальних закладах. Перед початком розроблення нової лісоосі всі члени бригади повинні пройти позаплановий інструктаж на робочому місці. При проведенні підготовчих робіт та рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства, в першу чергу необхідно звалювати найбільш небезпечні дерева. Зняття завислих дерев слід здійснювати за

допомогою ручних лебідок, трактором з канатом довжиною не менше 35 м або кіньми. Побутові приміщення та місця зберігання технологічного обладнання, машин і механізмів влаштовуються поза межами лісосіки поза зоною зовнішньої безпеки навкруги лісосіки на відстані не ближче 10 метрів від автодоріг. Місця для відпочинку та годування коней влаштовуються на відстані не ближче 100 метрів від місць звалювання дерев. На рубках головного користування та інших суцільних рубках верхні склади влаштовуються на відстані не менше 10 метрів від стіни лісу.

Ширина пасік має бути не меншою, ніж радіус небезпечної зони звалювання дерев.

Границі пасік та шляхи переходу працівників з пасіки в пасіку повинні позначати на місцевості в натурі.

На схилах крутістю понад 15° границі пасік необхідно помічати вздовж схилів.

Під час звалювання дерев інші види робіт на пасіці - проводити заборонено.

Лісосічні роботи повинні припинятися: під час зливи, граду, грози, хуртовини, густого туману, при видимості менше 50 м. та у темряві.

Звалювання дерев забороняється: при швидкості вітру більше 11 м/с, а на схилах пружності понад 15° при швидкості вітру - більше як 8,5 м/с (додаток до інструкції № 2).

Припиняються лісосічні роботи також:

- за наявності снігу або ожеледиці (льоду) на деревах, ожеледиці на замерзлому ґрунті, вітрі зі швидкістю понад 5,2 м/с. (коли вітер піднімає сухе листя, приводить в рух гілки дерев);

- на схилах крутістю 15° при товщині снігового покриву понад 30 см.

Заїзд трактора на небезпечну територію для приземлення небезпечних, завислих дерев та їх витягування та розтягування завалів необхідно виконувати під безпосереднім керівництвом майстра або іншої особи, яка отримала повноваження від роботодавця і пройшла перевірку знань з охорони праці.

Небезпечна зона між окремими ланками працівників (крім звалювання дерев, наземного спускання деревини) повинна встановлюватись при очищенні дерев від сучків, трелюванні або навантаженні: на рівнині більше 25 м., а на схилах більше - 30 м.

Робота на одній вертикалі схилів крутістю понад 15° двох і більше працівників (тракторів) забороняється.

Усі працівники мають працювати у захисних касках, а лісоруби на звалюванні, чокувальники - у сигнальних жилетах.

Усі умовні позначення на технологічній схемі вказуються на кожній пасіці.

Швидкість вітру на лісосіці визначати відповідно до додатку 2.

2. Нормативні акти та інші документи, вимоги яких обов'язкові для виконання бригадою (ланкою) у доповнення до вимог карти

(інструкція з охорони праці, карта технологічного процесу на

верхньолісоскладські роботи, технологічна інструкція та інші)

VIII. ПРИРОДООХОРОННІ ВИМОГИ

(щодо збереження підросту, дерев цінних порід, дерев-насінників, відвернення ерозії ґрунту тощо)

1. Не допускається пошкодження дерев не до припинення їх росту в рівнинних умовах більше, як 5%, на пологих і покатих схилах - більше, як 8%, на стрімких схилах - більше як 10% кількості залишених дерев.

2. Переміщення лісозаготівельної та допоміжної техніки на лісосіках за наявності підросту, який повинен бути збережений, здійснюється лише за завчасно наміченими маршрутами і по підготовлених волоках.

3. У гірських умовах трелювання дерев з кронами забороняється.

4. Забороняється прокладання трельовальних волоків по руслах постійних і тимчасових водотоків і місцях викинення джерел.
5. Забороняється трельовання деревини через річки, потоки без перехідних мостів.
7. Тракторний волок постійно укріпляти порубочними рештками.
8. ПММ зберігати тільки у спеціально відведених місцях. Не допускати розливу ПММ на землю, їх попадання в потоки та річки.
9. Після закінчення розробки лісосіки провести рекультивацію трельовочних волоків на території верхнього складу.

Техкарту склав лісничий (начальник лісопункту)	Техкарту отримав майстер (керівник лісозаготівельних робіт)	З вимогами техкарти ознайомлені: бригадир, працівники
(підпис, ініціали, прізвище) " " 20__ року " "	(підпис, ініціали, прізвище) " " 20__ року	(підписи)

Копію карти технологічного процесу
одержав:

Бригадир _____
(підпис, ініціали, прізвище)

Відповідальний за охорону праці на лісосіці _____
(підпис, ініціали, прізвище)

IX. КОРОТКІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ЗАПОВНЕННЯ КАРТИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗРОБЛЕННЯ ЛІСОСІКИ

1. Перед складанням карти технологічного процесу проводиться обстеження лісосіки лісничим (начальником лісопункту) і майстром, під час якого визначаються та коротко описуються види та обсяги робіт, які відповідно до вимог безпеки праці необхідно виконати. Карта затверджується після приземлення небезпечних дерев на територіях, названих у пункті 4 акта.

2. Карта технологічного процесу розроблення лісосіки складається відповідно до вимог чинних нормативно-правових актів з охорони праці у 3-х примірниках. Перший примірник на період розроблення лісосіки зберігається у майстра лісу або лісозаготівель, другий - в інженера лісового господарства (лісозаготівель). Третій примірник видається бригадиру лісозаготівельної бригади. Після закінчення лісозаготівельних робіт перший примірник передається для зберігання в контору лісництва (лісопункту).

ЗАТВЕРДЖУЮ:

(назва підприємства) _____ Головний інженер (головний лісничий)
" " 20__ року _____
(підпис, ініціали, прізвище)

X. АКТ ГОТОВНОСТІ ЛІСОСІКИ ДО РОЗРОБЛЕННЯ

" " 20__ року

Відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці стосовно виконання лісозаготівельних робіт в _____ лісництві, на лісосіці в кв. N _____ виділі N _____ урочищі _____ проведені такі підготовчі роботи:

Відмітка про Підписи особи,

Види підготовчих робіт	виконання	що перевіряла виконання
1 2 3		
1. Визначення на місцевості меж лісосіки		
2. Визначення меж щонайменше 50-метрової зони безпеки навколо лісосіки та додаткової робочої території		
3. Установлення заборонних знаків обгородження небезпечних зон		
4. Приземлення небезпечних дерев:		
4.1 на лісосіці, поза зонами безпеки		
4.2 у зонах безпеки шириною щонайменше 50 м навколо лісосіки		
4.3 вздовж лісовозних доріг та трельовальних шляхів		
4.4 у радіусі не менше 50 м від місць звалювання		
4.4.1 побутового приміщення		
4.4.2 верхніх лісоскладів		
4.4.3 стоянки техніки		
4.4.4 складу паливно-мастильних матеріалів		
5. Розмітка лісосіки на пасіки		
6. Визначення магістральних волоків		
7. Визначення пасічних волоків		
8. Будівництво лісовозних доріг		
9. Перевірка рівня радіації		
10. У гірських та горбистих умовах додатково:		
10.1 улаштування трельовальних волоків		
10.2 підготовка трас канатних установок		
10.3 монтаж канатних установок		
11. Інші роботи		

Лісничий (помічник лісничого)

(підпис, ініціали, прізвище)

Начальник лісопункту (заступник начальника лісопункту)

(підпис, ініціали, прізвище)

Майстер лісу (лісозаготівель)

(підпис, ініціали, прізвище)

Бригадир

(підпис, ініціали, прізвище)

Додаток 2

Об'єм робіт і трудовитрати на виконання підготовчих робіт

Найменування робіт	Одиниця виміру	Об'єм робіт на лісосіці	Норма виробітку, люд.-день	Потрібна кількість, люд.-днів	Кількість лісосік	Річні трудові витрати
1	3	4	6	7	8	9
Контрольний перелік						
Розмітка лісосіки						
Прибирання небезпечних						

дерев						
Вирубання чагарнику і						
підросту						
Улаштування трелювальних						
волоків						
Улаштування						
навантажувальних площадок						
Усього						

Додаток 3
Таблиця 1

Основні технічні характеристики ланцюгових електромоторних
акумуляторних пилок бренду STIHL (окрім побутових)

Показник	Моделі акумуляторних ланцюгових пилок			
	MSA 120 C-B	MSA 140 C-B	MSA 160 C-B	MSA 200 C-B
Крок ланцюга	¼" P	¼" P	¼" P	¼" P
Довжина шини, см	30,0	30,0	30,0	30,0
Номінальна напруга, В	36	36	36	36
Маса з акумулятором, шиною напрямною та ланцюгом, кг	2,7	2,7	2,7	2,7
Рівень звукового тиску, дБ	83	83	83	83
Рівень гучності звуку, дБ	94	94	95	95
Рівень вібрації (вліво/вправо), m/c ²	3,4/3,2	4,3/4,8	2,7/2,9	4,6/3,9
Двигун	STIHL (2-MIX/4-MIX)			
Тип пиляльного ланцюга	STIHL Oilomatic			
Натяг пиляльного ланцюга	STIHL Система швидкого натягування ланцюга (B)			
Гальмівний механізм	Гальмо пиляльного ланцюга QuickStop Super			
Бачок оливний	Бачок з байонетним замком			
Рукоятка задня	Ергономічна рукоятка з м'яким еластичним покриттям			

Таблиця 2

Геометричні параметри деяких типів ланцюгів пиляльних STIHL

Тип ланцюга пиляльного	Маркування на ланці різальній	Крок ланцюга	Кут скосу різця	Кут різання різця	Глибина різання однією ланкою
					
Picco Micro Mini	6	3/8" Picco	30°	75°	0,65 мм
Picco Super		3/8" Picco	30°	60°	0,65 мм
Picco Duro	6	3/8" Picco	30°	75°	0,65 мм
Rapid Micro	1	1/4"	30°	75°	0,65 мм
	2	0,325"	30°	75°	0,65 мм
	3	3/8"	30°	75°	0,65 мм
	4	0,404"	30°	75°	0,80 мм
Rapid Super	2	0,325"	30°	60°	0,65 мм
	3	3/8"	30°	60°	0,65 мм
	4	0,404"	30°	60°	0,80 мм
Rapid Duro 3	2	0,325"	30°	75°	0,65 мм
	3	3/8"	30°	75°	0,65 мм

Таблиця 3.

Основні технічні характеристики машини трелювальної
безчокерної ЛП-18К та її модифікацій

Показник	Машини трелювальні безчокерні моделей		
	ЛП-18К	ЛП-18А	ЛП- 18Д
Завод-виробник	Красноярський завод «Краслесмаш»	Пермський завод «Коммунар»	Пермський завод «Коммунар»
Базовий трактор	ТТ-4М (МСН-10)	ТТ-4	ТТ-4М
Потужність двигуна, кВт (к.с.)	95,5 (130)	84,6 (110)	95,5 (130)
Дорожній просвіт (кліренс), мм	537	537	537
Ширина колії, мм	2050	2050	2050
Продуктивність, м³/зміна	Не менше 144	100 – 110	
Максимальна швидкість руху машини, км/год	2,3 – 10,2	2,25 – 10,05	2,3 – 10,2
Виліт захоплювача маніпулятора, м	2 – 7	2 – 5	2 – 5
Вантажність маніпулятора при максимальному вильоті стріли, м	2000	2000	2000
Кут повороту стріли, град.	120	120	120
Об'єм пачки деревини, укладеної відземками вперед, м³	8,3	8,3	8,3
Габаритні розміри, мм: (довжина x ширина x висота)	7600 x 2800 x 3800	6900 x 2800 x 3400	7600 x 2800 x 3800
Маса конструктивна, кг	16300	15900	17300

Таблиця 4

Технічні характеристики машин трелювальних безчокерних з пачковими захоплювачами				
Марка машини	МЛ-137	МЛ-136	ТЛК 4-01	ЛТ-171А
Показник	Значення показника			
Базовий трактор	ТТ-4М	ТБ-1М-15		Т-157
Тип рушія	Гусеничний	Гусеничний	Колісний	Колісний
Потужність двигуна, кВт (к.с.)	95,7 (130)	88 (120)	132 (180)	121,4 (165,1)
Максимальна площа перерізу пачкового захвата, м ²	1,5			0,8
Максимальний об'єм пачки деревини, що трелюється, м ³	8,0	7,0	7,0	6,0
Продуктивність за умов відстані трелювання до 300 м та обсягу пачки 6,0 м ³ , м ³ /год (не менше)	31,3	28,7		35,6
Питомий тиск рушія на ґрунт за умов експлуатаційного навантаження, МПа (не більше)				145
Габаритні розміри, мм:				
довжина	6950	6000	7000	7000
ширина	2700	2800	3060	2550
висота	3950	3780	3700	3500
Маса конструктивна, кг	16350	14600	14500	12370
Завод-виготовлювач	Вятський завод «Лесмаш»	Екскаторний завод «Ковровец»	ОАО «Онежский тракторный завод»	Радомишльський Машинобудівний завод

ПРАВИЛА ЗАГОТІВЛІ ЖИВИЦІ В ЛІСАХ УКРАЇНИ

Загальні положення

1. Ці Правила визначають порядок заготівлі живиці у хвойних насадженнях і обов'язкові для виконання всіма постійними і тимчасовими лісокористувачами, які проводять заготівлю живиці в лісах України.

2. Ділянки для заготівлі живиці визначаються відповідно до матеріалів лісовпорядкування та планів рубок головного користування.

3. Право на заготівлю і вивезення живиці лісокористувачеві надає лісорубний квиток, який видається на весь термін експлуатації ділянки, призначеної для підсочки.

4 Роботи, пов'язані з проведенням підсочки, повинні бути завершені не пізніше 1 листопада року закінчення підсочки.

Сировинна база підсочки

5. Основу сировинної бази підсочки становлять стиглі та пристигаючі насадження I – IV класів бонітету, в складі яких налічується 40 і більше відсотків придатних для підсочки дерев хвойних порід, що після закінчення терміну підсочки будуть призначені до суцільної або останнього прийому поступової рубки головного користування.

6. Придатними для підсочки вважаються здорові екземпляри дерев діаметром 20 сантиметрів і більше, що не мають значних пошкоджень.

Здорові дерева діаметром до 20 сантиметрів, а також дерева, що мають значні механічні пошкодження, ослаблені та пошкоджені раком-сірянкою більше ніж на 50 відсотків окружності стовбура, призначаються для підсочки тільки за 2 роки до рубки.

7. Для підсочки передаються стиглі насадження: сосни не раніше, ніж за 10 років, ялини – за 3 роки, модрина – 5 років до призначення їх до суцільної рубки або останнього прийому поступової рубки. Підсочка пристигаючих насаджень сосни допускається за браком стиглих соснових деревостанів.

8. Для підсочки також можуть призначатись:

- смолопродуктивні насадження V класу бонітету залежно від місцевих умов;

- рідколісся;

- селекційно-насінневі ділянки, плюсові дерева, насінники, насінневі куртини і смуги, які виконали свої функції і призначені до рубки;

- насадження, в складі яких налічується менше 40 відсотків придатних для підсочки дерев;

- насадження на земельних ділянках лісового фонду, що в установленому порядку призначені для розчищення;

Термін підсочки для цих насаджень встановлюється залежно від терміну призначення їх до рубки і не повинен перевищувати наведеного у пункті 7.

9. Для підсочки не призначаються:

- насадження в осередках розмноження шкідників до їх ліквідації;
- насадження в лісах, де, згідно з законодавством, не допускається проведення рубок головного користування;
- насадження, ослаблені внаслідок пожеж, пошкоджені шкідниками, хворобами та іншими несприятливими факторами;
- насадження, в яких передбачається проведення вибірових рубок головного користування.

Відведення і передача насаджень для підсочки

10. Для кожного постійного лісокористувача (далі лісгосп) лісовпорядні органи під час проведення лісовпорядкування складають план підсочки насаджень з розподілом за роками, який відповідає плану рубок головного користування.

11. Лісгосп щорічно, не пізніше 1 березня року, який передує року початку підсочки, на підставі документів лісовпорядкування складає проект плану відводу насаджень для підсочки.

12. Підприємства, установи, організації та громадяни, які виконуватимуть роботи з заготівлі живиці, повинні ознайомитися з проектом плану відводу насаджень для підсочки, у разі потреби обстежити їх у природі, і не пізніше 1 травня подати свої зауваження лісгоспу.

Лісгосп на підставі цих зауважень може внести зміни до проекту плану. План відводу насаджень для підсочки затверджується керівником.

13. Лісгосп згідно з планом відводу насаджень для підсочки, а також рішенням обласної державної адміністрації про розподіл ліміту заготівлі живиці відводить насадження у природі (на місцевості) і здійснює попередню передачу підприємствам, установам, організаціям і громадянам, які виконуватимуть роботи з підсочки. Передача насаджень оформляється актом встановленого зразка і завершується не пізніше 31 жовтня, що передує року початку підсочки. До акту додаються картографічні матеріали (копії з планшетів) на ділянки, що передаються для підсочки. Лісгоспи ведуть книги обліку насаджень, переданих для підсочки.

14. Відведення насаджень і оформлення їх у природі проводиться згідно з правилами відпуску деревини на пні.

15. Загальна площа насаджень, що передається для підсочки, не повинна перевищувати 10 розрахункових лісосік.

У разі потреби проведення позапланових рубок, що дозволяються у встановленому порядку, для підсочки можуть передаватися додаткові площі соснових насаджень.

16. Насадження передаються для підсочки на весь період експлуатації і призначаються до рубки тільки після закінчення встановленого терміну підсочки.

17. У разі різкого спаду виходу живиці на багатьох деревах та виявлення ознак заселення деревостанів шкідниками, державним органом лісового господарства області створюється комісія за участю лісопатолога та представника лісокористувача, що провадить підсочку, з метою встановлення причин цього явища і визначення можливості подальшого провадження підсочки. За наслідками роботи комісії складається акт. У разі неучасті представника лісокористувача, що провадить підсочку, у роботі комісії складений нею акт є неправомірним.

18. У разі, коли лісокористувачі, які ведуть роботи з заготівлі живиці, відмовляються від їх подальшого ведення або не ведуть роботи на переданих їм насадженнях протягом сезону, питання про передачу таких насаджень іншим лісокористувачам вирішується у встановленому порядку до початку наступного сезону підсочки.

Термін і порядок провадження підсочки сосни

19. Залежно від тривалості підсочки і терміну надходження підсочуваних насаджень до рубки розрізняють дві категорії підсочки:

I категорія — у насадженнях, що призначаються до рубки через 1–3 роки;

II категорія — у насадженнях, що призначаються до рубки через 4–10 років.

Під час переходу насадження з однієї категорії до іншої змінюються технологічні параметри підсочки.

Тривалість провадження підсочки за тією чи іншою категорією наведено у таблиці 1 додатку.

20. Підсочка включає такі види робіт: підготовчі, основні виробничі і завершальні.

Підготовчі роботи здійснюються з метою створення безпечних і сприятливих умов праці (розчистка місця роботи, вилучення небезпечних дерев, обрубка сучків, які заважають закладанню кар тощо), а також включають будівництво споруд тимчасового призначення, під'їзних шляхів, відбір придатних для підсочки дерев, розмітку, підрум'янювання і оконтурювання кар,

проведення жолобків, встановлення кароустаткування, перелік дерев, кар тощо. Підготовчі роботи можуть проводитись з моменту підписання акту передачі насаджень для підсочки. Проведення жолобків і встановлення кароустаткування здійснюється у весняний період після розмерзання деревини. Забороняється прикріплювати кароустаткування до дерев цвяхами.

Основні виробничі роботи включають проведення періодичного збору живиці і барасу, чищення жолобків, регулярне нанесення підновок тощо. Підновки наносяться протягом усього вегетаційного періоду, як правило, при середньодобовій температурі вище +7 °С.

Завершальні роботи — збирання і прибирання устаткування.

21. Кари розташовують по окружності стовбура так, щоб міжкаркові реміні були однакової ширини, мінімальна ширина міжкаркового реміня повинна бути не менше 10 сантиметрів.

Загальна ширина міжкаркових ремінів і кількість кар на деревах для різних категорій підсочки наведено у таблиці 2 додатку.

22. Ширина кари для кожного ступеня товщини дерев визначається розміром кари по окружності стовбура до початку міжкаркових ремінів.

Довжина кар визначається типовими технологічними схемами підсочки. У межах встановленої довжини кари залишаються перемички між підновками різних років (під час підсочки з сірчаною кислотою до 10 сантиметрів, з іншими стимуляторами та при звичайній підсочці — до 5 сантиметрів).

23. Збільшення ширини та довжини кар понад встановлені цими Правилами розміри не допускається.

24. Під час провадження підсочки в соснових насадженнях дозволяється використовувати стимулятори виділення живиці, наведені у таблиці 3.

Всі стимулятори виходу живиці застосовують у вигляді водних розчинів активних речовин та їх сумішей різної концентрації. Хлорне вапно застосовується у вигляді пасти, сірчана кислота 50–96 відсоткової концентрації – в рідкому стані або загущена каоліном.

Промислове застосування нових стимуляторів, не зазначених у цих Правилах, дозволяється Держлісагенством.

25. Протягом одного сезону підсочки не дозволяється застосовувати на одних і тих же деревах різні стимулятори.

26. На початку першого і в кінці кожного сезону підсочки з застосуванням сірчаної кислоти обов'язково наносяться запобіжні підновки без кислоти з залишенням перемичок завширшки 1.3–3 сантиметри.

Запобіжні підновки на початку сезону наносяться за 3–4 дні до початку робіт, а в кінці сезону — одночасно з останнім обходом.

27. Застосування сірчаної кислоти для підсочки послаблених насаджень і тих, що ростуть на заболочених ґрунтах, забороняється.

28. Насадження, які підсочувались із застосуванням сірчаної кислоти, повинні надходити до рубки зразу після закінчення терміну їх експлуатації підсочкою.

29. Вимоги щодо додержання пауз зримки, відстані між підновками, глибини підновки і жолобка залежно від категорій підсочки і стимуляторів виділення живиці наведено у таблиці 4 додатку.

30. Підсочка повинна провадитись за типовими технологічними схемами, наведеними у додатку до правил.

31. Довготермінова 10-річна підсочка із застосуванням сірчаної кислоти 50–75 відсоткової концентрації, загущеної каоліном, провадиться за схемою 4.

Короткотривала підсочка провадиться інтенсивними способами, переважно із застосуванням сірчаної кислоти, з додержанням технологічних параметрів, викладених у пунктах 26 і 29 за схемами 5 і 6.

32. У незапідсочуваних насадженнях, що призначаються до рубки в найближчі роки, може провадитись короткотривала підсочка інтенсивними способами.

Термін і порядок провадження підсочки в інших хвойних насадженнях

33. Термін, порядок та технологія заготівлі живиці в інших хвойних насадженнях встановлюється Держлісагенством.

Контроль за додержанням Правил заготівлі живиці і відповідальність за їх порушення

34. Контроль за додержанням правил заготівлі живиці здійснюється державними органами лісового господарства.

35. Державні органи лісового господарства щорічно на початку сезону підсочки перевіряють використання насаджень, переданих для підсочки, та їх стан, дотримання технологій підсочки, правил використання стимуляторів. У кінці сезону здійснюється огляд насаджень у порядку, встановленому Вказівками огляду місць рубок, підсочки насаджень та заготівлі другорядних лісових матеріалів.

36. Відповідальність за своєчасне відведення та передачу насаджень для підсочки покладається на постійного лісокористувача.

Підприємства, установи, організації та громадяни, які провадять підсочку з порушенням цих Правил, несуть відповідальність у порядку, встановленому законодавством України.

Таблиця 1

Тривалість підсочки сосни за встановленою категорією

Термін підсочки років	Період підсочки (роки з початку підсочки)	Тривалість підсочки, років	Категорія підсочки
10	від 1 року по 7 рік	7	II
	від 8 років по 10 рік	3	I

Таблиця 2

Загальна ширина міжкаркових ременів і кількість кар на дереві

Ступені товщини з висоти 1.3 м, см	1 категорія		2 категорія	
	Кількість кар на дереві, шт.	Загальна ширина міжкаркових ременів, см	Кількість кар на дереві, шт.	Загальна ширина міжкаркових ременів, см
20	1	20	1	30
24	1–2	20	1–2	30
28	1–2	20	1–2	30
32	2	20	2	32
36	2	20	2	36
40	2	24	2	40
44	2	24	2	44
48	2	24	2	48
52	2	30	2	52
56	2	30	2	56
60	2	30	2	60
понад 60	2–3	40	2–3	дорівнює діаметру дерева

Примітки: 1. Під час підсочки із застосуванням сірчаної кислоти загальна ширина міжкаркових ременів збільшується на 4 см.

2. В останній рік перед рубкою насадження допускається ведення підсочки з одним міжкарковим ременем шириною не менше 10 см.

3. Міжкаркові ремені закладаються тільки на здоровій частині стовбуру.

Таблиця 3

Стимулятори виходу живиці

Найменування стимуляторів виходу живиці, вміст речовини в робочому розчині, %	Термін застосування, років до рубки
1. Екстракт кормових дріжджів (ЕКД) 0,20–0,25	10
2. Настойка кормових дріжджів (НКД) 2,50–5,00	10
3. Сульфітно-дріжджова бражка і сульфітно-спиртова барда 25,0	10
4. Кукурудзяний екстракт 1,00	10
5. Хлорне вапно 70,0	3
6. Сірчана кислота: рідка 50–96	3
загущена каоліном 50–75	3
7. Активізуючі добавки до стимуляторів з кормових дріжджів та концентрацій барди:	
- поварена сіль 1,50	10
- березовий сік 97,00	10
- зола деревних порід 0,30	10

Таблиця 4

Технологічні режими підсочки сосни

Вид підсочки, найменування стимуляторів	Категорія підсочки	Пауза здибки, днів	Крок підновки, мм	Глибина підновки, мм	Глибина жолобка, мм
Звичайна	I	2–5	5–15	2–6	3–8
	II	3–5	5–15	2–4	2–6
Із застосуванням екстракту і настойки кормових дріжджів, кукурудзяного екстракту, сульфітно-спиртової барди, сульфітно-дріжджової бражки та їх суміші з активними добавками	I	2–5	8–20	1–4	2–6
	II	3–7	10–20	1–4	2–6
Із застосуванням хлорного вапна	I	7–10	20–25	1–4	1–6
	II	10–14	25–40	1–4	1–6
Із застосуванням сірчаної кислоти: рідкої 96 %	I	7–14	20–30	1–2	2–3
рідкої 50–75 %	I	7–10	20	1–2	2–3

загущеної каоліном 50–75 % б	I II	10–14 14–18	30–40 40–50	1–2 1–2	2–3 2–3
Типові технологічні схеми підсочки сосни					
470 7 420 6 370 5 320 4 275 3 230 2 190 1 150 135 8 95 9 55 10 10 470 10 420 9 370 8 320 7 270 6 225 5 180 4 135 130 1 90 2 50 3 10					
Схема 1 10 – річної підсочки Підсочка починається на висоті 150 см і протягом 7 років провадиться знизу вверху, а останні 3 роки — зверху вниз.					
Схема 2 10 – річної підсочки Підсочка починається на висоті 130 см і протягом 3 років провадиться зверху вниз, а останні 7 роки — знизу вверху.					
293					

	470
10	420
9	370
8	320
7	275
6	230
5	190
4	155
3	130
2	110
1	90
1	70
2	50
3	30
4	10

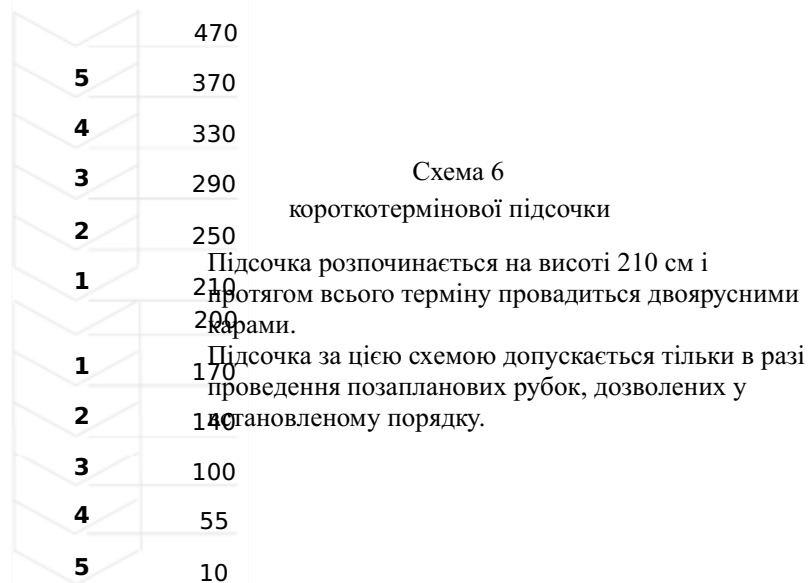
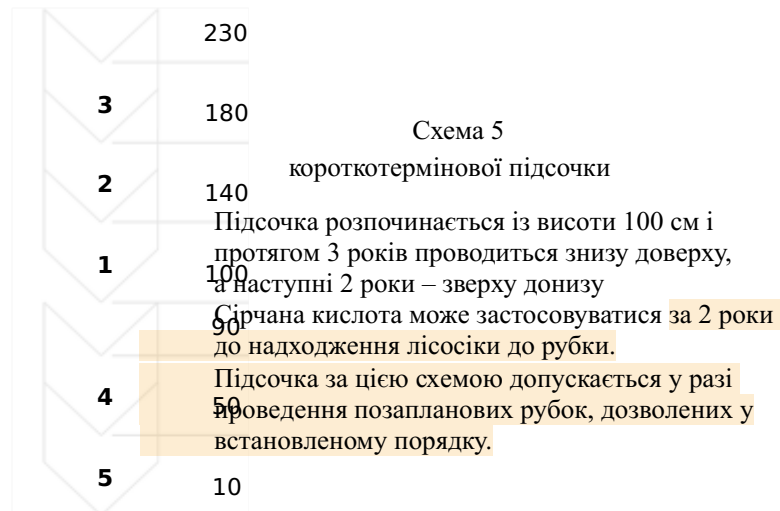
Схема 3
10 – річної підсочки

Схема призначена для широкого застосування. Підсочка починається на висоті 110 см і протягом перших 5 років провадиться двоярусним способом з подальшим підновом ярусами. Останні 5 років підсочка провадиться знизу вверх.

	470
10	420
9	370
8	320
7	275
6	230
5	190
4	150
3	95
2	55
1	10

Схема 4
10 – річної підсочка

Схема призначена для широкого застосування. Підсочка починається з висоти 10 см і протягом усього терміну провадиться знизу вверх.



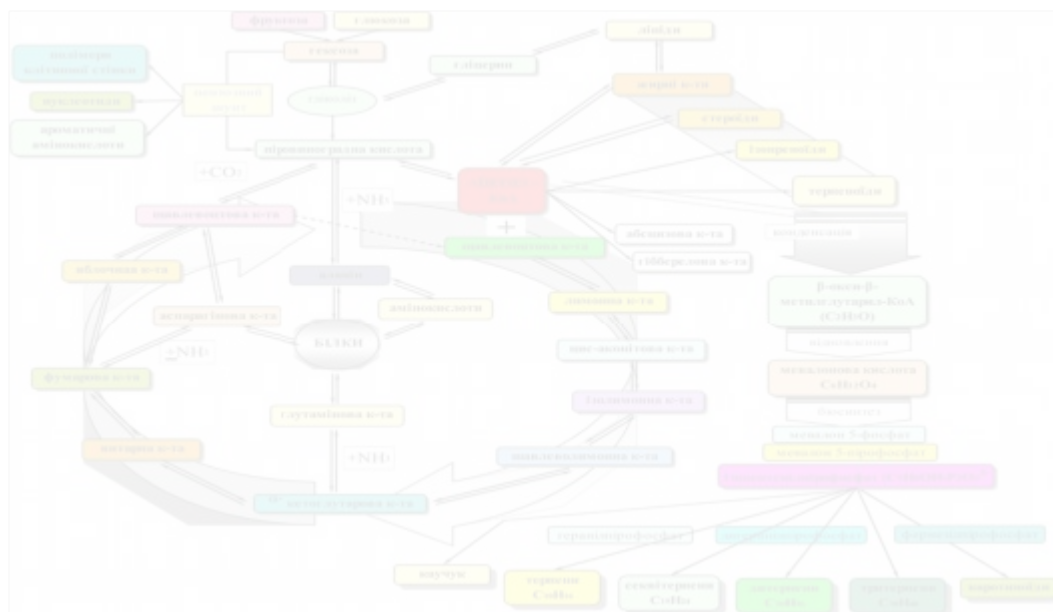
Примітка. В усіх технологічних схемах цифри з правого боку вказують межу кар, цифри в центрі – роки підсочки.

Додаток 5

Характеристика та приготування стимуляторів смоловиділення

Рецептура приготування робочого розчину стимулятора	Рекомендована доза на каропідновку, г	Орієнтовний розхід стимулятора за зміну, кг
Кормові дріжджі (2,5–5,0 %) заливають водою t 60–90 °С (з розрахунку 10–30 г дріжджів на 1 л води) і настоюють 2–3 доби.	0,1–0,3	1,5–3,0
Екстракт кормових дріжджів (0,2–0,25 %) виготовляють, випарюючи настій на водяній бані. 100 г екстракту розчиняють у 10 л води.	0,1–0,3	1,5–3,0
Сульфітно-спиртова барда. Рідкий концентрат розчиняють у воді в пропорції 1 вагова частка концентрату на 1,2 вагові частки води або 1 л концентрату на 1,5 л води. Тверді концентрати за 1–2 дні до застосування подрібнюють і розчиняють у воді в пропорції 1 вагова частка концентрату на 2 вагові частки води.	0,1–0,3	1,5–3,0
Хлорне вапно, 70 % застосовують у вигляді пасти, на 1,5 вагової частки хлорного вапна добавляють 1,0 вагової частки води.	1,0	5,5–6,0
Сірчану кислоту рідку 50–96 % концентрації застосовують у чистому виді. Сірчану кислоту, загущену каоліном –50 % концентрації на 100 вагових частин сірчаної кислоти добавляють 60 вагових частин сухого каоліну; –75 % концентрації – 50 вагових частин сухого каоліну	0,4 0,1–0,2	2,5–3,0 1,2–1,5

Схема утворення терпенів

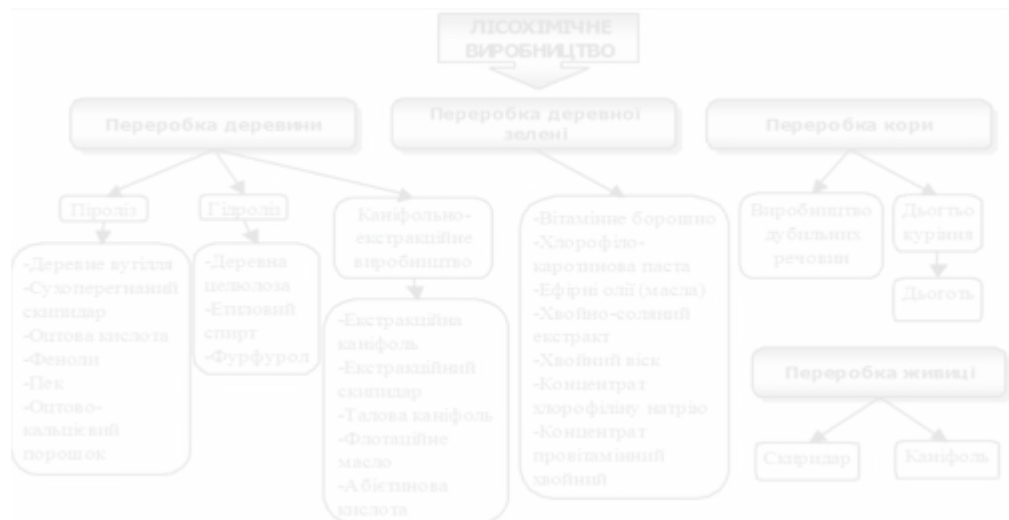


Додаток 7

Схема використання скипидару



Класифікація лісохімічних виробництв



Навчальне видання

Гриб Володимир Макарович,
Грушанський Олег Андрійович,
Магура Богдан Олексійович
Сендонін Сергій Євгенович

ОСНОВИ ЛІСОЕКСПЛУАТАЦІЇ

Навчальний посібник
(частина II)

Редактор — Г.Г. Руденко

Підписано до друку 16.12.20
Формат 60х84/16. Ум. вид. арк. 16,8.
Наклад 100 прим. Зам. № 200740

Видавець і виготовлювач
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4097 від 17.06. 2011 р.

300

Схожість

Джерела з Інтернету

8

1	http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP960185.html	2.67%
2	http://cons.parus.ua/map/doc/01LGZ3682E/Pro-zatverdzhennya-pravil-zagotivli-zhivitsi-v-lisakh-Ukrayini.html	2.65%
3	https://docs.dtkk.ua/doc/185-96-%D0%BF	3 джерела 2.63%
4	http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE11364.html	1.37%
5	https://studopedia.net/14_8673_sortuvannya-ta-shtabelyuvannya-lisoproduksii-na-nizhnih-skladah-mehanizmi.html	1.1%
6	https://EduDocs.net/2178741	Неприйнятний контент 1.01%

Цитати

Цитати

4

- 1 3.4. Перша у світі бензопилка фірми STIHL для однієї людини (1950 р.) По завершенню 9-річного терміну компанія STIHL випустила бензопилу Contra, яка учинила (викликала) фурор у світі техніки (рис.
- 2 1.1. Газогенераторний трелювальний трактор КТ-12 (КТ - Кіровський трелювальний) У 1956 році згідно з рішенням уряду тодішнього Радянського Союзу у місті Петрозаводськ (Карелія) було створено спеціалізоване підприємство - Онезький тракторний завод.
- 3 $T_{ц} = 2 \cdot (l_{ср} \cdot K_m \cdot V_{форвар} + t_{ц} \cdot M_n \cdot V_c \cdot n)$, с, (9) де $l_{ср}$ - середня відстань трелювання, м; K_m - коефіцієнт, враховуючий час маневрів форвардера ($K_m = 1,2$); $t_{ц}$ - час одного циклу захвату сортименту грейфером, перенесення та укладання його на вантажну платформу чи в штабель, (15с); M_n - об'єм трельованої пачки (8-12 м³); $V_{форвар}$ - час руху форвардера, м/с (0,84-3,08); V_c - середній об'єм сортимента, м³; n - кількість сортиментів у захваті грейфера (1-8 шт.)
- 4 «Мотор Січ - 470»

Вилучення

499

[illegible]

https://bio.ukr.bio.ua/articles/3268	4 джерела	0.26%
http://ni.biz.ua/11/11_23/11_23128_zagotovka-i-trelevka-hlistov.html	5 джерел	0.25%
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE17380.html	4 джерела	0.24%
https://studopedia.org/12-90215.html	3 джерела	0.21%
https://studfile.net/preview/7416377/page:9		0.2%
http://ni.biz.ua/12/12_6/12_64578_pogruzochno-razgruzochne-raboti.html		0.2%
https://igu.org.ua/sites/default/files/pdf-text/pryrodokoryst-2018_0.pdf	7 джерел	0.2%
https://tlu.kiev.ua/pro-nas/novini-zakhodi/novina/article/povidomlennja-pro-opriljudnennja-proektu-nakazu-ministerstva	3 джерела	0.2%
https://studopedia.com.ua/1_21384_benzinovi-motorni-pilki-ta-zvalyuvalni-pristroi.html	4 джерела	0.19%
https://studopedia.org/12-90210.html	2 джерела	0.18%
https://studopedia.ru/19_308512_termin-i-poryadok-provazhennja-pidsochki-v-inshih-hvoynih-nasazhennyah.html		0.18%
https://www.bestreferat.ru/referat-214062.html	3 джерела	0.18%
https://dspace.nlu.edu.ua/bitstream/123456789/18584/1/Suyetnov_332-333.pdf		0.18%
http://dspace.ksau.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/4076/%D0%9C%D0%A2%D0%94_%D0%9B%D0%86%D0%A1%D0%86...		0.16%
http://ir.stu.cn.ua/jspui/bitstream/123456789/15398/1/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%20%D1%82%D0%B...		0.16%
https://studopedia.su/20_54542_k-a-r-t-a.html	2 джерела	0.16%
https://knau.kharkov.ua/uploads/OPP/flg/205/26_3.pdf	16 джерел	0.16%
http://ni.biz.ua/1/1_12/1_124025_mashini-dlya-rubok-uhoda-za-lesom.html		0.15%
https://docplayer.ru/33798367-Tehnologiya-i-mashiny-lesosechnyh-rabot.html	2 джерела	0.15%
https://studopedia.com.ua/1_21371_lis-yak-dzherelo-derevinnoi-sirovini.html	2 джерела	0.15%
http://ni.biz.ua/12/12_6/12_64579_pogruzochno-razgruzochne-raboti.html		0.15%
https://studopedia.net/14_8682_budova-i-robota-linii-lo-s.html		0.15%

http://internal.khntusg.com.ua/fulltext/PAZK/UCHEBNIKI/Lab_TOLZ_1.pdf	4 джерела	0.14%
http://ni.biz.ua/3/3_8/3_87804_pod-emno-transportnie-operatsii-na-lesopromishlennih-skladah.html		0.14%
https://ua-referat.com/%D0%A8%D0%BB%D1%8F%D1%85%D0%B8_%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B...		0.13%
http://internal.khntusg.com.ua/fulltext/PAZK/UCHEBNIKI/Lad_TOLZ_2.pdf		0.12%
http://www.PromWood.com/ua/raznoe/legislation/lesnoe_zakonodatelstvo/1451.html	8 джерел	0.12%
http://um.co.ua/12/12-9/12-90212.html	2 джерела	0.12%
https://studopedia.com.ua/1_21389_shemi-rozmishchennya-trelyuvalnih-volokiv-na-lisositsi.html		0.11%
https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/16457/1/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD...		0.11%
http://um.co.ua/12/12-9/12-93074.html	2 джерела	0.11%
http://www.idak.vn.ua/images/PDF/KARANTIN_2020/205_%D0%9B%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B5_%D0%B3%D0%BE...		0.11%
https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/9_____1_5.pdf		0.11%
https://referat.co/ref/100318/read?p=3	2 джерела	0.11%
https://helpiks.org/2-105337.html		0.11%
https://helpiks.org/2-105342.html	2 джерела	0.1%
https://lektsii.org/15-25049.html	26 джерел	0.1%
https://lektsii.org/15-25047.html	2 джерела	0.1%
https://eln.stu.cn.ua/enrol/index.php?id=3955	2 джерела	0.1%
https://studopedia.org/12-90216.html	5 джерел	0.1%
https://studfile.net/preview/9341175	2 джерела	0.1%
http://www.ohranatruda.in.ua/pages/5276	4 джерела	0.09%
https://studopedya.ru/1-68369.html		0.09%
https://plagiatik.at.ua/publ/referati/tekhnichni_nauki/referat_na_temu_ustanovki_dlja_poperechnogo_rozpiljuvannja_derevini/64-1-...		0.09%

[illegible]

<https://kpfu.ru/staff/files/F1055953182/Laboratornyj.praktikum.Elektrodinamika.SVCh.pdf> 30 джерел **Неприйнятний контент** 0.05%

0.02%

https://helpiks.org/2-105364.html	2 джерела	0.01%
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP960535.html		0.01%
https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/16245/1/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD...		0.01%
https://infopedia.su/23x1ace.html		0.01%
http://bukvar.su/botanika-i-selskoe-hoz-vo/page,2,31732-Mehanizaciya-lesozagotovitel-nogo-proizvodstva.html		0.01%
http://www.ndu.edu.ua/storage/2011/geograf/2007/2007_fulltext.pdf	10 джерел	0.01%
https://studopedia.com.ua/1_21394_ochishchennya-derev-vid-gilok-mehanizmami.html		0.01%
https://mydocx.ru/12-60322.html		0.01%
https://infopedia.su/21xbad0.html	3 джерела	0.01%
https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/8414/1/%D0%9F%D0%9E%D0%A1%D0%86%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%9A_%...		0.01%
https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65635a2bc78a4c43a88521316d27_0.html		0.01%
https://docsplayer.com/22671767-.html	24 джерела	0.01%
http://www.valk.dn.ua/js/kcfinder/upload/files/16.%2824.03.%29%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8%20%D0%...		0.01%
http://ni.biz.ua/12/12_6/12_64557_gruppovaya-raskryazhevka-hlistov.html		0.01%
https://www.kosen-k.go.jp/Portals/0/kokusai/ISATE/Proceeding/2018-3.ParallelSession2.pdf		0.01%
http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/3187/reports/93b56ce132fa2baf87c898d7c178f94b.pdf		0.01%
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25834/1/psihologiazdorovia.pdf	2 джерела	0.01%
http://www.dut.edu.ua/uploads/n_4172_53249831.pdf	2 джерела	0.01%
https://referat.co/referat/100308-drugoe-tehnichne-obslugovuvannya-tehnologichnogo-obladnannya-trelyuvalnih-tractor	2 джерела	0.01%
https://ru.essays.club/%D0%A2%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B8/	2 джерела	0.01%
https://mskaya17.com.ua/krok-pilnogo-lancyuga-3-8-znachennya-kroku-lancyuga-benzopili		0.01%
https://uk-wiki.ru/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B2%D0%B8%D1%86%D1%8F	3 джерела	0.01%

http://dspace.univer.kharkov.ua/bitstream/123456789/13305/2/dis_Kaliuzhna.pdf	2 джерела	0.01%
https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/%D0%9F%D0%9E%D0%A1%D0%86%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%9A.pdf	27 джерел	0.01%
https://repository.nwu.ac.za/bitstream/handle/10394/2386/botha_hendrikjohannes.pdf?isAllowed=y&sequence=1	30 джерел	0.01%
http://um.co.ua/8/8-17/8-17097.html		0.01%
http://hdl.handle.net/10012/5405		0.01%