

## 9. ЛІСОВА ІНЖЕНЕРІЯ: ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ДОВКІЛЛЯ

УДК 630.31:658.011

В.Л. КОРЖОВ<sup>1</sup>, В.С. КУДРА<sup>2</sup>

### ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ КАНАТНИХ ЛІСОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВОК У КАРПАТАХ

*Здійснено аналіз тенденцій конструювання мобільних канатних установок та подано інформацію про їх застосування на лісозаготівлі у регіоні Українських Карпат за останні десятиліття. Представлено принципи класифікації таких установок та їх основні технічні характеристики. Наведено результати досліджень з оцінювання впливу лісосічних робіт на деревостан, природне поновлення і ґрунтову поверхню під час використання мобільних установок: легкого типу MAXWALD, вмонтованих KSK-16, навісних Larix-3T і причіпних MOZ-300. Дослідження проведено у різних природних і виробничих умовах на дослідних ділянках, розташованих на території державних лісових підприємств Закарпатської, Івано-Франківської і Львівської областей. Подано пропозиції щодо вибору моделей канатних установок для Карпатського регіону.*

**Ключові слова:** гірські лісозаготівлі, мобільні канатні установки, конструктивні особливості, вплив, деревостан, природне поновлення, ґрунтова поверхня

**Вступ.** Упродовж останнього десятиліття на гірській лісозаготівлі в зарубіжних країнах суттєво розширилося використання мобільних канатних лісотransпортних систем. Це зумовлено тим, що застосовували раніше канатні дороги та стаціонарні канатні установки за умов розвинутої мережі лісових автомобільних доріг та зменшення обсягів заготівлі деревини на одній лісосіці поступово втратили своє панівне значення. Основною перевагою мобільних канатних установок є значно менші витрати часу на проведення монтажно-демонтажних робіт, можливість швидкого перебазування та достатньо висока продуктивність праці на трелюванні деревини. Особливо важливим у їх використанні є екологічна складова, тобто можливість транспортування деревини з лісосіки до навантажувального пункту без заподіяння суттєвої шкоди лісовому середовищу завдяки відсутності трелювальних волоків. Лісозаготівельні підприємства та спеціалізовані фірми, котрі працюють за контрактами, віддають перевагу мобільним канатним установкам, які транспортують деревину у підвішеному чи півпідвішеному положеннях.

Спостерігаються дві основні тенденції у конструюванні мобільних канатних систем. Перший

напрямок характерний для країн, де належним чином сформована система лісових автодоріг, придатних для безперешкодного проїзду канатних установок. За таких умов мобільні канатні установки, зазвичай, базуються на колісному шасі. Серед загальної кількості застосовуваних мобільних канатних установок такі канатні системи становлять переважну більшість. Другий напрямок конструювання мобільних канатних установок базується на використанні гусеничної техніки. Наявні установки на базі бульдозерів, екскаваторів, трелювальних тракторів та військової гусеничної техніки, які ще не відпрацювали свій моторесурс і не знаходять застосування за прямим призначенням. Проте, як свідчить динаміка їх виробництва, ці канатні установки виготовляють в одиничних екземплярах чи малими серіями і, вірогідно, значного поширення не матимуть. Зазвичай, такі установки застосовують у країнах з недостатньо розвинутою мережею лісових автодоріг.

У країнах Центральної і Західної Європи лісові масиви розподілені серед багатьох власників, які поряд із веденням сільського господарства проводять і лісозаготівлю. У таких випадках для тре-

<sup>1</sup> **КОРЖОВ Володимир Леонідович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, перший заступник директора Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, м. Івано-Франківськ, Україна. Тел.: 03422-2-52-16, +38-067-380-25-08. E-mail: vl.korzhov@ukr.net

<sup>2</sup> **КУДРА Василь Степанович** – старший науковий співробітник лабораторії природозберігаючих лісових технологій і транспорту Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, м. Івано-Франківськ, Україна. Тел.: 03422-2-52-16, +38-096-694-20-22. E-mail: vs.kudra@ukr.net

лювання деревини з гірських схилів практикується застосування тракторів сільськогосподарського призначення, оснащених одно- або двобарабанными лебідками, які слугують привідними станціями короткодистанційних канатних установок, здатних здійснювати наземне трелювання деревини на невеликій відстані (80-100 м) [13, 21].

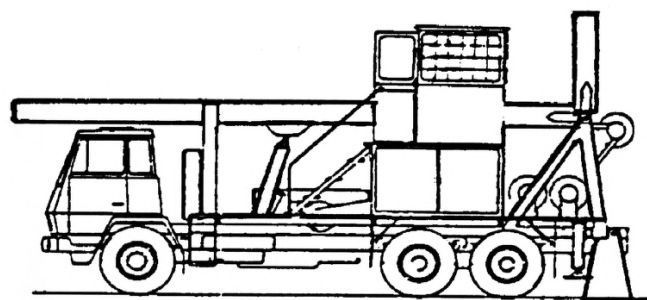
В Українських Карпатах у 80-90-х роках минулого століття на лісозаготівлі періодично застосовувалось декілька видів мобільних канатних установок, переважно вітчизняного виробництва. Це однопрогінна канатна установка СТУ-3С з тягово-несучим канатом, яка базувалася на гусеничному трелювальному тракторі ТДТ-55 і мала каретку полегшеної конструкції, що давало змогу транспортувати деревину тільки в напівпідвішеному стані. Протяжність траси установки – до 350 м, вантажопідйомність 10 кН. Натягування та опускання канату здійснювалось завдяки переміщенню гусеничного трактора. Багатопрогінна канатна установка ЛЛ-24 вантажопідйомністю 16 кН і довжиною траси до 1000 м базувалася на колісному тракторі сільськогосподарського призначення Т-40, який додатково обладнувався барабаном і канатоведучим шківом. Установка призначена для проведення рубок догляду. Трелювання деревини проводилось у підвішеному чи напівпідвішеному положеннях.

Однопрогінна канатна установка ЛЛ-33, яка створена Львівським філіалом ПКТІ Мінліспрому України на базі колісного трактора сільськогосподарського призначення МТЗ-82, включала в себе щоглу, лебідки та канатно-блокове устаткування. Дослідну партію таких установок у кількості понад 10 шт. виготовлено в другій половині 80-х років минулого століття експериментальною майстернею згаданої вище установи. Протяжність траси установок – до 400 м, вантажопідйомність 16 кН. Ці канатні установки працювали у Закарпатті і Львівщині, де трелювали деревину тільки в напівпідвішеному стані. На початку 90-х років минулого століття лісокомбінати закупили партію канатних установок LS 2-500 чеського виробництва. Щоглу і лебідки цієї установки монтували на причепі, який агрегувався з колісним трактором. Протяжність траси установки становила до 500 м, вантажопідйомність – 20 кН [1, 9, 10, 17, 23, 24].

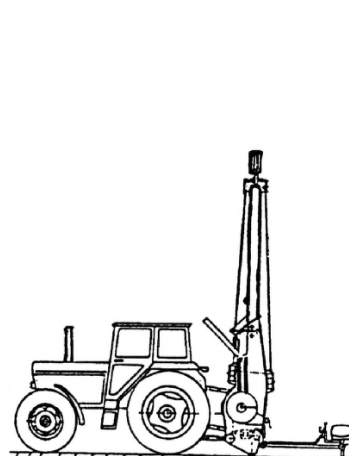
З початку нового століття в УкрНДЛігрліс розпочато дослідження із встановлення тенденцій розвитку канатних лісотransпортних систем та оцінювання впливу їх роботи на лісове середовище. Класифікацію таких установок, основні конструктивні параметри та особливості технологічних процесів із їх застосуванням представлено у рекомендаціях, розроблених УкрНДЛігрліс на основі проведених досліджень [13, 19]. Це дало змогу обґрунтовано приймати рішення стосовно організації їх випуску, придбання та застосування у певних природно-виробничих умовах. В основу запропонованої класифікації мобільних канатних установок покладено їх найбільш характерні конструктивні, технологічні та експлуатаційні параметри. У ній, поряд із раніше застосовуваними класифікаційними

характеристиками, пропонують три нові: технологічний принцип, кількість позицій роботи і спосіб розташування лебідки (щогли) на транспортно-енергетичному модулі [3, 20, 22].

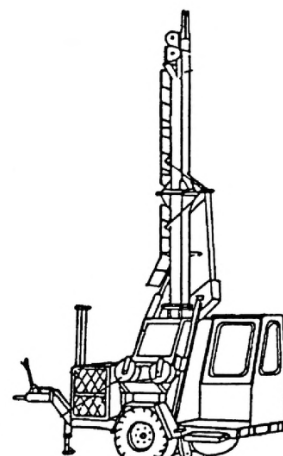
Однією з основних конструктивних характеристик мобільних канатних установок, яка визначає їх тип та конструкторські відмінності, є спосіб розташування лебідки і щогли. За цим критерієм установи, згідно з наведеними вище рекомендаціями, поділяють на вмонтовані, навісні та причіпні (рис. 1).



а) вмонтовані



б) навісні



в) причіпні

**Рис. 1. Основні типи мобільних канатних установок**

Стосовно канатно-блокового оснащення мобільних канатних установок, то для різних їх типів вона традиційна і не має принципових відмінностей. Залежно від призначення і застосовуваної технологічної схеми роботи, установки оснащують різною кількістю барабанів і канатів. Основним елементом канатно-блокового оснащення більшості мобільних канатних установок є несучий канат. В її комплект також входить тяговий чи тягово-вантажопідйомний канати, які забезпечують підтягування деревини до несучого канату та її транспортування до верхнього складу. Близько 60% різних типів установок мають ще і зворотний канат, який дає змогу транспортувати не навантажену каретку вглиб лісосіки. Деякі канатні установки оснащені додатковими барабанами, які служать для намотування канатів-розтяжок та закріплення транспортно-енергетичного модуля установки. Їх наявність прискорює виконання монтажно-демонтажних робіт на лісосіці [5, 13].

**Об'єкти і методика досліджень.** Польові дослідження базувалися на об'єктах, розташованих на території лісового фонду державних підприємствах «Великобичківське лісове господарство», «Рахівське лісове господарство» та «Ясінянське лісове господарство» Закарпатського ОУЛМГ, «Вигодське лісове господарство», «Делятинське лісове господарство» та «Осмолодське лісове господарство» Івано-Франківської ОУЛМГ, а також ДП «Славське лісове господарство» Львівського ОУЛМГ. Заготівлю деревини на лісосіках суцільного та вибіркового рубання проведено з використанням мобільних канатних установок KSK-16, «MAXWALD», Larix-3T і MOZ-300. Їх основні технічні характеристики наведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Технічні характеристики різних типів мобільних канатних установок**

| Найменування показника               | Назва установки      |                  |                  |                  |
|--------------------------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                      | KSK-16               | Max-wald         | Larix-3T         | MOZ-300          |
| Базова машина                        | вантажний автомобіль | колісний трактор | колісний трактор | колісний трактор |
| Тип установки                        | вмонтована           | навісна          | навісна          | причіпна         |
| Кількість прогонів                   | багатопрогінна       | однопрогінна     | багатопрогінна   | однопрогінна     |
| Вантажопідйомність, кН               | 30                   | 10               | 30               | до 30            |
| Найбільша віддаль трелювання, м      | до 700               | 240              | 650              | 200-300          |
| Висота опори в робочому положенні, м | 16,0                 | Відсутня         | 7,5              | 7,5              |
| Віддаль підтягування зі сторони, м   | 50                   | 30               | до 90            | 40-60            |

Канатну установку KSK-16 (рис. 2) австрійсько-го виробництва змонтовано на трьохвісному автомобілі і призначено для збору та трелювання деревини як у напівпідвішеному, так і в підвішеному положеннях. Технологічне обладнання дає змогу проводити транспортну операцію вгору і вниз по схилу, залежно від розташування лісової автодороги. Ефективність її експлуатації суттєво залежить від наявності лісових автодоріг, що забезпечують транспортний доступ до лісових масивів. При одній стоянці приводу розробку ділянки можна здійснювати декількома секторами, переставляючи лише блок верхньої опори. З позицій ефективності технології, найкращі умови для проведення лісосічних робіт на базі KSK-16 властиві для паралельного розташування лісосік (пасік).



Рис. 2. Мобільна канатна установка KSK-16

«MAXWALD» є короткодистанційною навісною мобільною канатною установкою легкого типу, яку серійно виготовляє однойменна австрійська фірма. Успішно може застосовуватися в умовах вибіркового методу ведення лісового господарства при підтягуванні деревини вгору по схилу. Загальний вигляд мобільної канатної установки в робочому режимі показано на рис. 3.



Рис. 3. Легка мобільна канатна установка «MAXWALD»

Конструкція чеської навісної мобільної канатної установки Larix-3T передбачає монтаж технологічного устаткування на повнопривідний сільськогосподарський трактор високої потужності, що забезпечує значні переваги в плані пересування по пересіченій місцевості та істотно знижує вимоги до місця її установки на лісосіці. Варто зазначити її універсальність у питанні можливості транспортування деревини вгору або вниз по схилу в підвішеному чи напівпідвішеному положеннях [6]. Загальний вигляд Larix-3T подано на рис. 4.



Рис. 4. Загальний вид мобільної канатної установки Larix-3T

Найновішою мобільною канатною установкою, яку застосовують лісові підприємства Карпатського регіону, є причіпна мобільна канатна установка MOZ-300, випуск якої нещодавно розпочала компанія «Тайфун» (Словенія). В її конструкції знайшли застосування сучасні технічні рішення (гідро- і електропривід) та комплектуючі. Установка агрегується із колісним трактором загального призначення потужністю не менше 50 кВт і може здійснювати трельовання деревини, як вниз, так і вгору по схилу, забезпечуючи підтягування з боку на віддалі до 40-60 м. Роботу такої установки показано на рис. 5. Установка MOZ-300 обладнана гідравлічним приводом із закритою гідравлічною системою, а електронне управління забезпечує своєчасну синхронізацію канату, автоматичну зупинку при його витягуванні, плавний рух, регулювану швидкість та незалежне управління двигунами [15].

Встановлення лісівничо-екологічної ефективності технології лісозаготівлі на базі згаданих вище канатних систем полягало у визначенні величини антропогенного впливу на основні складові лісового середовища: деревостан, природне поновлення та лісову ґрунтову поверхню. При цьому застосовано наукові методичні підходи, які викладено нижче.

Визначення впливу технологічного процесу при вибірковому рубанні на деревостан здійснювали на тимчасових пробних площах, які закладали в межах підбіраної лісосіки. В основу методичного підходу з визначення стану дерев після рубання покладено вимоги, передбачені нормативними документами щодо ознак для встановлення ступеня пошкодження дерев [18].



Рис. 5. Причіпна мобільна канатна установка MOZ-300

До першої групи відносили непошкоджені дерева. До другої групи належали дерева з пошкодженнями, які не спричиняють припинення їх росту (слабкі). Серед них виділено п'ять категорій, що вказують на пошкодження певної частини дерева. До третьої групи віднесено дерева із сильними травмами, тобто пошкоджені до ступеня припинення їх росту. Ця група також включала п'ять категорій пошкоджень. Якщо на дереві було кілька з наведених вище видів пошкоджень, то оцінку (присвоєння дереву відповідного індексу) давали за вищим ступенем його травмування. За локалізацією пошкоджень дерева групували таким чином: пошкодження кореневих лап та відземка; пошкодження стовбура; пошкодження крони [11].

Вплив технологічного процесу на наявне на лісосіці природне поновлення вивчали з позицій оцінки ступеня його пошкодження. Дослідження проведено на трьох ходових лініях, розташованих поперек схилу у різних місцях лісосіки чи зрубу – нижній, середній та верхній частинах. Залежно від конкретних умов (мозаїчність поновлення, його чисельність) на кожній трансекті закладали від 15 до 25 облікових площадок розміром 2 x 2 м. Віддалі між обліковими площадками на ходовій лінії становила 4-10 м залежно від ширини лісосіки (зрубу).

Природне поновлення поділяли на сходи і підріст. До категорії сходів відносили нерозгалужені особи-ни віком до одного року. Коренева система у них, зазвичай, складається з головного та бічних коренів. До категорії підросту належали особи, які мають висоту до 2,5 м і кілька порядків галузження. При цьому, у кореневій системі бічні і додаткові корені за розмірами, зазвичай, поступаються головному. Під час оцінювання природного поновлення на облікових площадках встановлювали його висотну структуру, густоту, розподіл за площею (зустрічність), стан та ступінь збереження. За висотою підріст всіх порід поділяли на такі групи: дрібний – до 0,5 м; середній – 0,6-1,5 м та великий – 1,5-2,5 м. Молодняк заввишки 2,6-5,0 м і діаметром до 6 см, який підлягав збереженню, враховували разом з великим підростом.

Успішність відновлення для ялинових лісів встановлювали згідно зі шкалою [4]. За розподілом по площі природне поновлення, залежно від зустрічності, поділяли на чотири категорії: рівномірний розподіл – зустрічність понад 81%, відносно-рівномірний – 61-80%, нерівномірний – зустрічність 40-60%, груповий (не менше 10 особин дрібних і 5 особин середніх та великих екземплярів життєздатного і зімкнутого підросту). Під зустрічністю сходів і підросту прийнято вважати відношення кількості площадок з особинами головних та господарсько цінних порід до загальної кількості облікових площадок на пробній площі, виражене у відсотках [7].

Загальну кількість сходів та підросту на ділянці встановлено шляхом переліку його на пробних площадках та переведення на 1 га площі. За ступенем пошкодження підріст поділяли на такі категорії: непошкоджений, слабо- та сильно пошкоджений і знищений. До непошкодженого підросту відносили весь підріст деревних порід без жодних ознак впливу на нього способу рубання та технології лісозаготівлі. До слабких пошкоджень віднесено такі: обшморгування крони менше 1/3 її довжини; обдирання кори стовбурця шириною менше 20% його діаметру. До сильно пошкоджених віднесено підріст з такими пошкодженнями: обшморгування крони понад 1/3 її довжини; обдирання кори стовбурця шириною більше 20% по його периметру; зламування вершинки; частковий відрив кореневої системи. Знищений підріст включав особи із зламаним стовбурцем, повним відривом кореневої системи та знищені під час влаштування волоків. Екземпляри сильно ушкодженого та знищеного підросту віднесено до пошкоджених до ступеня припинення їх росту [2, 12, 14].

З метою встановлення розміру та характеру зміненої ґрунтової поверхні в процесі проведення рубання на лісосіках або зрубів закладали ходові лінії, перпендикулярні напрямку трелювання, на яких відмічали пробні площадки 2 x 2 м у кількості 15-25 шт. на кожній лінії. На них фіксували стан поверхні ґрунту з розподілом за категоріями пошкоджень. При цьому використовували методичні підходи, висвітлені в роботах [8, 11, 16].

Ступінь пошкодження ґрунтової поверхні встановлено за такими критеріями:

- нульова категорія – пошкодження відсутні, ґрунтовий покрив непорушений, підстилка збережена; сюди відносили ділянки, не зачеплені лісосічними роботами;
- перша категорія – підстилка розпушена внаслідок падіння дерев або їх переміщення; ґрунт при цьому не пошкоджений;
- друга категорія – ділянки із знесеною під час проведення лісосічних робіт підстилкою, де частково зачеплений гумусовий горизонт ґрунту; пошкодження при цьому, зазвичай, площинні, локальні;
- третя категорія – ділянки лінійних пошкоджень типу первинних волоків (волоки від проходження одного стовбура); сюди відносили й одноразові заїзди трактора поза волоки;
- четверта категорія – лінійні площинні пошкодження типу вторинних волоків (пошкодження від проходження декількох стовбурів), а також кінні і тракторні волоки; третю і четверту категорії пошкоджень ґрунту за глибиною поділено на три підкатегорії: а) до 5 см; б) 6-10 см; в) більше 10 см;
- п'ята категорія – віднесено наноси із дрібнозему, листя та каміння, що утворилися під час трелювання.

За даними польових досліджень визначено обсяг ерозії ґрунту на кожній ділянці. Площі, зайняті відповідними категоріями пошкоджень, встановлено на підставі їх відсоткового розподілу по ділянці. Із врахуванням середньої глибини пошкоджень розраховано об'ємні показники ерозії, що характеризують вплив певної технології на ґрунтову поверхню конкретної ділянки [9, 10].

**Результати дослідження.** Польові дослідження із встановлення характеру і величини пошкоджень дерев проведено на ділянках вибіркового рубання, де використовували канатну установку KSK-16. Характеристика стану дерев на цих ділянках наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Ступінь пошкодження дерев при вибіркового рубанні**

| № ділянки        | Обліковано дерев на 1 га, шт. | З них пошкоджено   | У тому числі     |                    | Пошкоджено під час: |                  |
|------------------|-------------------------------|--------------------|------------------|--------------------|---------------------|------------------|
|                  |                               |                    | сильно           | слабо              | звалювання          | трелювання       |
| 1                | 580                           | $\frac{154}{26,5}$ | $\frac{35}{6,0}$ | $\frac{119}{20,5}$ | $\frac{102}{17,6}$  | $\frac{52}{8,9}$ |
| 2                | 340                           | $\frac{97}{28,5}$  | $\frac{22}{6,5}$ | $\frac{75}{22,0}$  | $\frac{80}{23,5}$   | $\frac{17}{5,0}$ |
| Середнє значення | 463                           | $\frac{126}{27,2}$ | $\frac{29}{6,3}$ | $\frac{97}{20,9}$  | $\frac{91}{19,7}$   | $\frac{35}{7,5}$ |

Примітка. У чисельнику подана кількість дерев, шт., у знаменнику – частка, %

Як видно із даних табл. 2, у разі застосування KSK-16 на добровільно-вибірковому рубанні у середньому пошкоджується 27,2% дерев. Переважають пошкодження не до ступеня припинення їх росту (20,9%), тобто такі, які надалі певною мірою знижуватимуть якість деревостану. Основна кількість дерев (19,7%) пошкоджується у процесі їх звалювання, а під час трелювання деревини травмується значно менша (7,5%) кількість дерев. Це свідчить про достатньо високу лісівничу ефективність цієї технології, порівняно з традиційним тракторним трелюванням у плані збереження деревостану в процесі рубання. Проведені дослідження підтверджують тенденцію до зниження частки пошкоджених дерев із віддаленням від траси канатної установки (рис. 6). На віддалі 5 м від несучого канату частка пошкоджених дерев сягає майже 50%, водночас з віддаленням від нього на 25 м кількість травмованих особин зменшується до 15-20%.

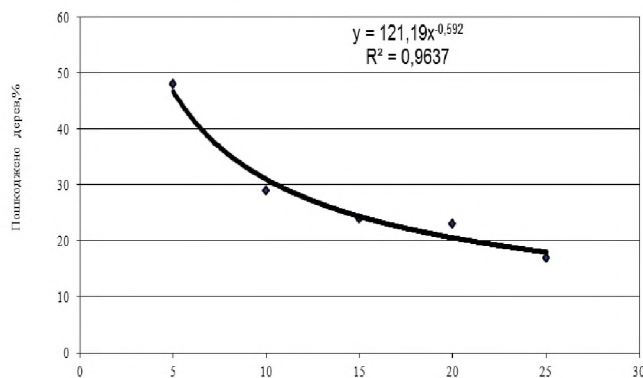


Рис. 6. Ступінь пошкодження дерев на різних відстанях від траси канатної установки

Процес трелювання деревини на лісосіці суттєво впливає на загальний якісний стан підросту. Молоді деревця частково пошкоджуються, на певний період гальмуючи свій ріст, або знищуються внаслідок зламів стовбурця чи виворотів кореневої системи. Ступінь травмування підросту на лісосіках, освоєних мобільними канатними установками, залежить від способу рубання, обсягу заготовленої деревини, частоти її проходження по певній ділянці та інших чинників. Показники впливу технології лісозаготівлі на базі мобільних канатних установок різного типу на попереднє природне поновлення представлено в табл. 3.

Встановлено, що менший відсоток пошкодження природного поновлення (3,9-5,3%) є на лісосіках, де здійснено вибіркові рубання із застосуванням канатних установок MAXWALD та MOZ-300. На суцільних рубаннях, зазвичай, збільшується кількість пошкодженого підросту, що пояснюється збільшенням інтенсивності впливу на одиницю площі. Для прикладу, після суцільного рубання на зрубі, де деревина трелювалась установкою Larix-3T, пошкодження підросту становили 13,5% від загальної його маси. На всіх аналізованих ділянках переважають пошкодження до ступеня припинення росту, які проявляються у сильних обдирах кори

стовбурця та зламах вершинки або самого стовбурця. Сильно пошкоджені екземпляри підросту переважно всихають у найближчі кілька років, або з них формуються неякісні, з багатьма вадами, особини, які потрібно видаляти під час доглядових рубань. Найбільші пошкодження наявного природного поновлення виявлено під трасою канатної установки та поблизу неї, а також на перепадах рельєфу. У цих місцях переважають обдирання стовбурця слабого чи сильного ступеня, особливо, коли підріст великий і пакет деревини, що трелюється до підніжжя схилу, зачіпає молодняк.

Таблиця 3

Усереднені показники стану природного поновлення

| Всього під-<br>росту, тис.<br>шт./га         | З них по-<br>шкоджено,<br>тис.шт./га % | У тому числі, %                          |                                   |
|----------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|
|                                              |                                        | не до ступе-<br>ня припи-<br>нення росту | до ступеня<br>припинення<br>росту |
| Вмонтована мобільна канатна установка KSK-16 |                                        |                                          |                                   |
| 13,6                                         | 1,3/9,6                                | 8,4                                      | 91,6                              |
| Навісна мобільна канатна установка MAXWALD   |                                        |                                          |                                   |
| 20,0                                         | 1,05/5,3                               | 42,9                                     | 57,1                              |
| Навісна мобільна канатна установка Larix-3T  |                                        |                                          |                                   |
| 8,9                                          | 1,2/13,5                               | 15,8                                     | 84,2                              |
| Причіпна мобільна канатна установка MOZ-300  |                                        |                                          |                                   |
| 7,6                                          | 0,3/3,9                                | 33,3                                     | 66,7                              |

Як показали дослідження, проведені на зрубках, де застосовано KSK-16, з часом проходять активні лісовідновні процеси. На рис. 7 показано характер зміни висоти підросту після рубання (6-річний зруб у кв. 14, вид. 5 Людвиківського лісництва ДП «Вигодське лісове господарство»).

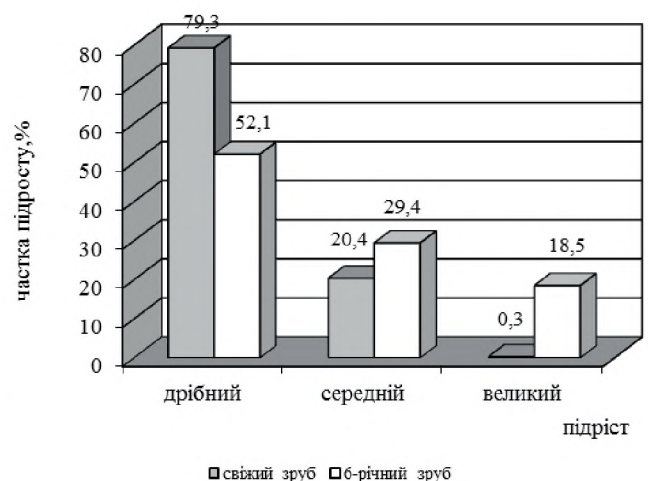


Рис. 7. Характер змін висоти підросту

За шестирічний період частка дрібного підросту знизилася на 27,2%, а середнього зросла на 9,0%. Також від 0,3% до 18,5% збільшилася кількість великого підросту. За цей час на зрубі сформувалася

значна кількість деревних порід (21,1 тис. шт./га), що відповідає корінному типу лісу та засвідчує його достатність для повноцінного природного лісовідновлення.

Вплив на ґрунтову поверхню оцінюється глибиною механічних порушень. Якщо мінералізація ґрунту певною мірою має позитивний характер з позицій поновлення лісу, то глибинні порушення змінюють структуру ґрунту та, за певних умов, можуть спричинити розвиток ерозії. Результати досліджень із встановлення величини пошкоджень ґрунту під час розроблення лісосік із застосуванням мобільних канатних установок різних типів наведено в табл. 4.

Таблиця 4

#### Усереднені показники стану поверхні ґрунту на зрубках

| Категорія стану поверхні ґрунту, %           |                                |                              |              |        | Об'єм ерозії ґрунту, м³/га |
|----------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------|--------|----------------------------|
| не по-<br>рушена                             | мінералізова-<br>на до 5<br>см | пошкоджена на<br>глибину, см |              | наноси |                            |
|                                              |                                | 6-10                         | більше<br>10 |        |                            |
|                                              |                                |                              |              |        |                            |
| Вмонтована мобільна канатна установка KSK-16 |                                |                              |              |        |                            |
| 84,6                                         | 12,3                           | 1,0                          | 0,8          | 1,3    | 31                         |
| Навісна мобільна канатна установка MAXWALD   |                                |                              |              |        |                            |
| 86,6                                         | 11,7                           | 1,3                          | 0,4          | -      | 22                         |
| Навісна мобільна канатна установка Larix-3T  |                                |                              |              |        |                            |
| 83,7                                         | 9,4                            | 1,2                          | 1,6          | 4,1    | 61                         |
| Причипна мобільна канатна установка MOZ-300  |                                |                              |              |        |                            |
| 83,6                                         | 12,9                           | 1,1                          | 0,7          | 1,7    | 34                         |

Як видно з даних табл. 4, під час трелювання деревини мобільними канатними установками зберігається непошкодженою 83,6-86,6% поверхні ґрунту, що є достатньо задовільним показником, порівняно з наземними засобами трелювання. Варто зауважити, що на 1-2-річних зрубках частка не порушеної площі, наприклад при застосуванні Larix-3T, дещо більша – 86,5-98,4%, ніж на свіжих зрубках. Це обумовлено тим, що за ці кілька років мінералізовані ділянки заросли трав'яною рослинністю і на час візуального обстеження вони вже ввійшли у категорію непорушеного ґрунту. Частка мінералізованої поверхні пересічно становила 10,8%; разом з тим, на щойно розроблених лісосіках вона досить значна – 16,7-17,1% (Larix-3T) та 26,4-26,4% (KSK-16).

Глибинні пошкодження ґрунту займають незначну площу (в середньому 2,3%) та переважно зосереджені під трасою канатної установки. На стрімких ділянках лісосіки може утворюватися великий обсяг наносів із листя, гілок та дрібного каміння. Об'єм експлуатаційної ерозії на зрубках, де лісосічні роботи проводили із застосуванням мобільних канатних установок, змінюється в межах 22-61 м³/га. Позитивним моментом технології на їх базі є те, що на ділянках, де вона застосовувалась, немає великих обсягів ерозійних утворень, які характерні для волоків. Тому обсяг ерозії при цьому набагато мен-

ший, ніж у разі використання трелювальних тракторів [4, 25].

Аналізуючи вплив канатного трелювання на лісову ґрунтову поверхню, варто звернути увагу на деякі аспекти, які можуть вносити суттєві негативні зміни у загальну ефективність цього способу лісозаготівлі. У разі недотримання лісівничо-технологічних вимог до проведення рубання та внаслідок порушення самої технології на лісосіці можуть виникати ерозійні процеси. Іноді на переломах рельєфу не встановлюють проміжні опори, і тоді у цих місцях деревина постійно контактує із ґрунтовою поверхнею, від чого утворюються лінійні пошкодження, які займають значну площу. За певних умов вони можуть ставати осередками ерозії руслово-проміжного типу, подібно до волоків. Тому під час планування роботи мобільних канатних систем варто враховувати цілий комплекс аспектів, які б гарантували екологічну ефективність їх роботи.

**Висновки.** Виробничий досвід освоєння лісосік мобільними канатними установками та результати проведених лісівничо-екологічних досліджень свідчать, що таку трелювальну техніку, за певних рельєфних умов, можна ефективно застосовувати для лісозаготівлі у Карпатах поряд з іншими трелювальними засобами. Її використання характеризується кращими лісівничо-екологічними показниками порівняно із переважно застосовуваним, на цей час, тракторним трелюванням. Застосування мобільних канатних установок запобігає пошкодженню 80-92,4% наявного підросту та 83,6-86,6% – поверхні ґрунту. Найменші показники пошкодження підросту (3,9-5,3%) спостережено на лісосіках, де здійснено вибіркові рубання. На зрубках, де трелювання деревини проведено мобільними канатними установками, немає великих обсягів ерозійних утворень, які характерні для волоків. Частка мінералізованої поверхні знаходиться у межах 9,4-12,9%, а глибинні пошкодження ґрунту займають незначну площу (1,8-2,8%). Об'єм експлуатаційної ерозії змінюється в межах 22-61 м³/га, що значно менше, ніж у разі застосування трелювальних тракторів. Основний позитивний ефект канатного трелювання полягає у відсутності на лісосіці, притаманних для гусеничної та колісної трелювальної техніки, трелювальних волоків, де формується близько 70% експлуатаційної ерозії ґрунту. Найбільш прийнятними для природно-виробничих умов діяльності лісових підприємств в Українських Карпатах є мобільні канатні установки навісного і причіпного типу.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамовський М.Г. Підвісні канатні лісотранспортні системи: навч. посібник / Адамовський М.Г., Мартинців М.П., Бадера Й.С. – К.: ІЗМН, 1997. – 156 с.
2. Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработ-

ке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса: Утв. Гослесхозом СССР. – М.: 1984. – 24 с.

**3. Коржов В.Л.** До питання класифікації канатних лісотransпортних систем / Матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю з дня народження П.С. Пастернака «Наукові основи ведення сталого лісового господарства» // В.Л. Коржов, В.С. Кудра. – Івано-Франківськ, 2005. – С. 146-149.

**4. Коржов В.Л.** Дослідження лісівничо-екологічної ефективності тракторного трелювання в гірських лісах / В.Л. Коржов, В.С. Кудра, Р.М. Вітер // Ліс. госп-во, ліс., папер. і деревооброб. пром-сть: міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів: Вид-во НЛТУ України, 2006. – Вип. 30. – С. 49-54.

**5. Коржов В.Л.** Конструктивно-технологічні особливості мобільних канатних лісотransпортних установок вмонтованого типу / В.Л. Коржов, В.С. Кудра // Промислова гідраліка і автоматика. – 2010. – №3 (29). – С. 18-20.

**6. Коржов В.Л.** Лісівничо-екологічна ефективність використання мобільної канатної установки LARIX-3T / В.Л. Коржов, В.С. Кудра, С.Ю. Кокоць // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.8. – С. 174-181.

**7. Кудра В.С.** Зустрічність підросту як показник успішності відновлення лісу / Матеріали міжнародної ювілейної наукової конференції, присвяченої 75-ти річчю із дня заснування УкрНДЛГА [Харків, 30-31 березня, 2005 р.] // В.С. Кудра. – Харків, 2005. – С. 142-145.

**8. Кудра В.С.** Пошкодження ґрунту на гірських лісозаготівлях як фактор впливу на лісове середовище / В.С. Кудра // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2008. – Вип. 114. – С. 115-119.

**9. Леонович И.И.** Дороги и транспорт лесной промышленности. Справочное пособие / И.И. Леонович, Н.П. Вырко, В.Д. Мартынихин и др. – Минск: Высшая школа, 1979. – 416 с.

**10. Лютий Є.М.** Стан та перспективи розвитку канатного транспорту лісу в регіоні Українських Карпат / Є.М. Лютий, М.П. Мартинців, Й.С. Бадера // Наук. вісник: Лісовий комплекс напередодні 21 століття: освіта, наука, виробництво. – Львів: УкрДЛТУ, 1999. – Вип. 9.6. – С. 63-67.

**11. Молотков П.И.** Буковые леса и хозяйство в них: моногр. / П.И. Молотков. – М.: Лесн. пром-сть, 1966. – 224 с.

**12. Наукові основи ведення багатолісового лісового господарства у Карпатському регіоні.** Збірник рекомендацій. – Івано-Франківськ: Екор, 2001. – С. 169-172.

**13. Оцінка впливу технологій лісозаготівель із застосуванням різних типів мобільних канатних установок на лісові екосистеми.** Звіт про НДР (заключний). Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва. № ДР 0103U007119. – Івано-Франківськ, 2005. – 192 с.

**14. Парпан В.И.** Рекомендации по совершенствованию лесовосстановления в дубовых и буковых лесах Карпат при современных способах рубок и технологии лесозаготовок / В.И. Парпан,

Г.М. Маковский. – Ивано-Франковск, 1988. – 16 с.

**15. Передвижная канатная дорога MOZ 300** [Електронний ресурс]: - Режим доступу: [http://www.tajfun.com/ru/program.asp?program=rdeci&id\\_strani\\_var=261](http://www.tajfun.com/ru/program.asp?program=rdeci&id_strani_var=261)

**16. Поляков А.Ф.** Влияние главных рубок на почвенно-защитные свойства буковых лесов: моногр. / А.Ф. Поляков. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 174 с.

**17. Прокопчук В.Д.** Технология разработки лесосек на базе канатной установки СТУ-3С / В.Д. Прокопчук, А.Е. Смерчинский, В.А. Скрипка / Информационный листок №15-80. – Львов: МТЦН-ТИ, 1980. – 4 с.

**18. Про затвердження такс для обчислення розміру відшкодування шкоди, заподіяної порушенням природоохоронного законодавства у межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду України.** Постанова Кабінету Міністрів України від 21 квітня 1998 р. №521.

**19. Рекомендації із застосування мобільних канатних лісотransпортних установок** / В.Л. Коржов, В.С. Кудра, І.Д. Гриджук та ін. Затв. науково-технічною радою Держкомлісгоспу України (протокол №2 від 30.10.2006 р). – Івано-Франківськ, 2006. – 35 с.

**20. Сабадырь А.И.** Мобильные канатные лесотransпортные системы / А.И. Сабадырь, В.Л. Коржов // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2004. – №9. – С. 20-24.

**21. Сабадырь А.И.** Мобільні канатні лісотransпортні системи: їх основні типи та застосування в Україні / А.И. Сабадырь, В.Л. Коржов // Лісовий і мисливський журнал. – 2005. – № 1. – С. 16-19.

**22. Сабадырь А.И.** Мобильные канатные установки на базе гусеничной техники / А.И. Сабадырь, В.Л. Коржов // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2005. – № 3. – С. 8-11.

**23. Скобей В.В.** Канатные системы на лесозаготовках в горных условиях / В.В. Скобей, Ю.Г. Савицкий, И.С. Бадера, Е.Н. Литвинчук // Обзорная информация. Лесозаготовка и лесосплав. – М.: ВНИПИЭЛеспром, 1984. – Вып. 10. – 48 с.

**24. Шкіря Т.** Машины та обладнання для лісо-сінних і лісоскладських робіт / Т. Шкіря. – Львів: Тріада плюс, 2005. – 436 с.

**25. Bybluk N.** Timber harvesting in the carpathians: Ecological problems and methods to solve them / N. Bybluk, O. Styranivsky, V. Korzhov, V. Kudra // Journal of forest science. 56, 2010 (7). – P. 333-340.

*В.Л. Коржов, В.С. Кудра*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ КАНАТНЫХ ЛЕСОТРАСПОРТНЫХ УСТАНОВОК В КАРПАТАХ

Выполнен анализ тенденций конструирования мобильных канатных лесотransпортных установок и подана информация об их использовании на лесозаготовках в регионе Украинских Карпат за

последние десятилетия. Представлены принципы классификации таких установок и их основные технические характеристики. Поданы результаты исследований по оценке влияния лесосечных работ на древостой, естественное возобновление и почвенную поверхность при использовании мобильных установок легкого типа MAXWALD, вмонтированных KSK-16, навесных Larix-3T и прицепных MOZ-300. Исследования проведены в различных природно-производственных условиях на опытных участках, расположенных на территории государственных лесных предприятий Закарпатской, Ивано-Франковской и Львовской областей. Поданы предложения по выбору моделей канатных установок для Карпатского региона.

**Ключевые слова:** горные лесозаготовки, мобильные канатные установки, конструктивные особенности, влияние, древостой, естественное возобновление, почвенная поверхность

*V. Korzhov, V. Kudra*

#### MOBILE FOREST CABLEWAY SYSTEMS USE IN THE CARPATHIANS

The analysis of trends in design of mobile forest cableway systems is performed. The information on their use for logging operations in the Ukrainian Carpathians region during the last decades is provided. The principles of such systems classification and their main characteristics are presented. The results of studies towards assessing the impact of cutting operations on stands, natural regeneration, and soil

surface using the following mobile systems: light type system MAXWALD, mounted system KSK-16, hinged system Larix-3T, and trailer system MOZ-300 are given. The study was conducted in a variety of natural and production conditions on research plots, located in the state forest enterprises of the Transcarpathian, Ivano-Frankivsk, and Lviv regions. The research plots were represented by cutting areas after selective and clear cuttings. On average 27.2% of trees were damaged when using KSK-16 for selective cuttings. The predominant damage is not to the point of termination of their growth (20.9%). Most of the trees (19.7%) are damaged in the process of cutting, while significantly lower number of trees (7.5%) is damaged during skidding. The use of mobile systems allows saving from 80% to 92.4% of total regrowth and 83.6-86.6% of the soil surface. The lowest figures of regrowth damage (3.9-5.3%) are observed on the cutting areas where selective cuttings were carried out using cable systems MAXWALD and MOZ-300. On the cutting areas, where skidding of trees was carried out by mobile cableway systems, there are no large volumes of erosion formations that are characteristic of skid ways. The portion of mineralized surface is in the range 9.4-12.9%, and deep soil damages occupy a small area (1.8 - 2.8%). Volume of operational erosion ranges from 22 to 61 m<sup>3</sup>/ha, which is significantly less than in the case of using skidding tractors. It is concluded that mobile forest cableways systems of hinged and trailer types are the most suitable for forest enterprises in the Ukrainian Carpathians.

**Key words:** mountain logging, mobile cableway systems, construction features, impact, stand, natural regeneration, soil surface