

8. ЛІСОВА ІНЖЕНЕРІЯ: ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ДОВКІЛЛЯ



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411920>
Article received 2018.09.14
Article accepted 2019.03.28

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Volodymyr Korzhov
vl.korzhov@ukr.net

Hrushevskoho st., 31, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine

УДК 630*116.6:631.6.02

Лісотехнічна меліорація трелювальних волоків в гірських лісах з використанням екскаватора

В.Л. Коржов¹, В.С. Кудра²

Під час проведення лісозаготівлі в гірських лісах Українських Карпат основним трелювальним механізмом були і залишаються гусеничні та колісні трактори, із застосуванням яких заготовляють понад 90% деревини. Такий технологічний аспект, за відсутності належної транспортної інфраструктури, зумовлює необхідність влаштування густої мережі трелювальних волоків, внаслідок чого знімається та відсипається у відвал значний обсяг родючого ґрунту. З часом на таких ділянках активізуються ерозійні процеси і волок стає руслом для поверхневого стоку води. Особливо вразливими в ерозійному відношенні є магістральні волоки, які, зазвичай, експлуатуються тривалий період часу.

Тому актуальним завдання лісогосподарської діяльності є відновлення порушених земель під час первинного транспортування деревини. З огляду на це, розпочато відпрацювання раціональних методів лісотехнічної меліорації частини волоків, які не передбачаються для подальшого використання чи характеризуються інтенсивними ерозійними процесами.

*Встановлено, що на волоках, де здійснені меліоративні роботи із застосуванням гусеничного екскаватора, проходять активні лісовідновні процеси. Через два роки на меліорованих волоках, в середньому, налічується 85,4 тис. шт./га підросту різних деревних видів. При цьому на підвищених ділянках відзначено суттєву перевагу (69,7%) густоти підросту. Проективне вкриття трав'яних видів на волоках характеризується як рідке (коефіцієнт 0,32). Найчастіше трапляються *Rubus serpens* Weihe (92%) та *Carex pilosa* Scop. (83%).*

Результати досліджень дали змогу встановити позитивні і негативні сторони розглядуваного методу лісотехнічної меліорації трелювальних волоків і зробити узагальнення щодо можливості його застосування.

Ключові слова: гірські умови; лісозаготівля; наземне трелювання; волоки; відновлення порушених земель; природне поновлення.

¹ Коржов Володимир Леонідович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, перший заступник директора. Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, вул. Грушевського, 31, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна. Тел.: 03422-53-02-36, +38-067-380-25-08. E-mail: vl.korzhov@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3201-1199>

² Кудра Василь Степанович – старший науковий співробітник лабораторії лісових природозберігаючих технологій і транспорту. Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, вул. Грушевського, 31, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна. Тел.: 03422-53-02-36, +38-096-694-20-22. E-mail: vs.kudra@ukr.net

Вступ. Здійснення лісозаготівель у гірській місцевості, порівняно з рівнинною, характеризується низкою труднощів, що пов'язані зі складними кліматичними, ґрунтово-гідрологічними і рельєфними умовами. В Українських Карпатах вищезгадані чинники поглиблюються недостатнім розвитком транспортної інфраструктури, що призводить до переважного застосування суцільних способів рубок та необхідності будівництва значної кількості примітивних проїздів для автомобілів та шляхів первинного транспортування деревини, яке у більшості випадків здійснюється наземним способом. У зв'язку з цим, у гірських лісах широко розповсюджені трелювальні волоки, які влаштовують для виконання лісосічних робіт при застосуванні не тільки колісних і гусеничних тракторів, але й гужового транспорту (Korzhov, 2011). На первинне транспортування деревини припадає 25-30% трудовитрат по лісосічних роботах і 10-12% загалом по комплексу лісозаготівельного виробництва. У гірських лісах України волоки, зазвичай, будують для руху трелювальних тракторів і мають достатньо великі поздовжні ухили. На них, як звичайно, відсутні штучні споруди і елементи водовідводу (Shkirya, 2003).

Встановлено, що найбільшої шкоди поверхні зрубів завдає тракторне трелювання, із застосуванням якого в Українських Карпатах заготовляють понад 90% деревини. На гірських лісосіках волоки, зазвичай, прокладають впоперек схилу, внаслідок чого знімається та відсипається у відвал значний обсяг ґрунту, в тому числі і його поверхневого шару. З часом на таких ділянках активізуються ерозійні процеси, і волок, як один із найважливіших технологічних елементів рубки, на тривалий час стає штучно створеним руслом для поверхневого стоку води. Особливо вразливими в ерозійному відношенні є магістральні трелювальні волоки, що проходять переважно вздовж схилу і які за низької густоти автодоріг експлуатуються тривалий час. У гірських умовах волоки на лісосіці займають, в середньому, 8% її загальної площі, а обсяг ерозійних процесів на них сягає 70% від загального на лісосіці. Із врахуванням ерозії на волоках, середній об'єм переміщеного ґрунту при використанні трелювальних тракторів становить 240-260, а в окремих випадках цей показник може досягати і 500 м³/га (Bybluk, Styranivsky, Korzhov, & Kudra, 2008, Korzhov, 2015).

Під час проведення лісосічних робіт рушії колісних і гусеничних лісових машин вертикальним та горизонтальним силовим впливом на ґрунтову поверхню суттєво порушують її структуру, спричиняючи за багаторазових проходів по одному сліду інтенсивне колісформування. Інтенсивне руйнування ґрунту та подрібнення поверхневого шару спричинює суттєву зміну його фізико-механічних та водно-фізичних властивостей, а також ущільнення нижніх шарів. Крім того, пошкоджуються дерева і підріст, внаслідок чого зменшується їхня кількість, знижується інтенсивність їх росту. Такий негативний вплив поширюється на відстань 5-7 м від волоку.

З метою опрацювання методів мінімізації вищезгаданих проявів, у низці країн Європи і Азії здійснені дослідження з вивчення впливу наземного трелювання деревини на гірських схилах на лісове середовище, зміну величини поверхневого стоку та обсяги знесеного ґрунту внаслідок влаштування волоків та виконаної на них вантажної роботи (Hrib, & Dvorscak, 1998, Solgia, Najafib, & Sadeghic, 2014, Tomašic, 1998, Williamson, & Neilsen, 2000). Kolka, & Smidt (2004) здійснили широкий аналіз досліджень, присвячених впливу мережі трелювальних волоків на окремі елементи лісового середовища, а також пропозицій, спрямованих на вирішення проблеми підвищення ефективності лісозаготівлі і зниження негативного впливу первинного транспортування деревини. Ними також подана інформація щодо впливу методів меліорації лісових шляхів на насипну щільність ґрунту, поверхневий стік, перенесення наносів, вологість ґрунту та лісовідновні процеси.

Особливо актуальним завданням лісогосподарської діяльності є відновлення порушених земель під час первинного транспортування деревини. Дослідження в цьому напрямку здійснили низка вчених (Ilstedt, Malmer, Nordgren, & Liau, 2004, Stone, 2002), які вивчали процеси відновлення лісових ґрунтів, порушених внаслідок тракторного трелювання, та способи мінімізації впливу на ґрунт під час лісозаготівлі. Також необхідно відмітити наявність численних публікацій, які стосуються кращих методів практичного вирішення розглядуваної проблеми. Їх систематизацію та аналіз здійснили Aust, Bolding, & Barrett (2015). На важливість проведення робіт з меліорації волоків вказує те, що в США під час класифікації стану якості лісових водозборів значну увагу приділяють наявності, особливостям розташування і стану лісотранспортної мережі. Цей показник є одним із дванадцяти прийнятих індикаторів якості водозбору. Його вагомість, поряд з іншим індикатором, що характеризує ґрунти і ерозійні процеси, становить 30% (Potyondy, & Geier, 2011). Меліорація порушених лісовими машинами земель відповідає сучасним світовим тенденціям із відновлення лісових ландшафтів, завдяки чому створюються умови для сталого ведення лісового господарства та екосистемного підходу в порушених ландшафтах. Головною їхньою метою має бути зміцнення стійкості ландшафтів і, таким чином, відкриття майбутніх можливостей лісоуправління. Така діяльність є важливою не тільки для досягнення екологічної рівноваги, отримання ресурсу відновлюваної енергії, але й економічного розвитку лісових регіонів та підвищення рівня життя населення. При цьому, відновлення лісових ландшафтів дасть змогу знизити ступінь впливу кліматичних змін (Lamb, & Gilmour, 2003, Maginnis, Rietbergen-McCracken, & Sarre, 2007).

Отже, наземні шляхи первинного транспортування деревини є основними чинниками негативного впливу на лісове середовище. За різних параметрів їх протяжності та глибини трелювальні волоки,

особливо на ділянках стрімких схилів, впродовж багатьох років залишаються потенційно небезпечними з позицій розвитку на них ерозійних процесів. Тому, відповідно до чинних в Україні вимог, трелювальні волоки після закінчення термінів лісозаготівлі повинні би бути рекультивовані чи меліоровані (Regulations of main cutting in mountain forests of Ukrainian Carpathian, 2008). Однак, наразі в гірських лісах Карпат, де основним трелювальним механізмом були і залишаються гусеничні та колісні трактори, сформувалась густа мережа трелювальних волоків. З огляду на це, постало актуальне питання відпрацювання раціональних методів лісотехнічної меліорації частини волоків, які не передбачаються для подальшого використання чи характеризуються інтенсивними ерозійними процесами.

Об'єкти та методика дослідження. *Об'єкт дослідження* – тракторні трелювальні волоки на гірських схилах. *Предмет досліджень* – процеси лісотехнічної меліорації трелювальних волоків із застосуванням екскаватора. *Мета роботи* – виявити вплив меліорації волоків на розвиток деревної і трав'яної рослинності.

Польові дослідження проводили в Перечинському лісництві ДП «Перечинське лісове господарство», лісовий фонд якого розташований у західній частині Полонинського хребта та знаходиться під впливом помірно-континентального вологого клімату з прохолодним літом і м'якою зимою. Середньорічна температура повітря становить +8,9°C, максимальна +39°C, мінімальна -33°C. У середньому за рік тут випадає близько 911 мм атмосферних опадів, при цьому, 60% їх припадає на теплий період. Влітку дощі випадають часто, у вигляді злив та мають затяжний характер. Територія Перечинського лісництва за характером рельєфу представляє собою гірську систему з висотами над рівнем моря від 200 до 800 м, де ухили схилів знаходяться в межах 5-35° і навіть більше. Для місцевості характерними є три типи ґрунтів: бурі гірські лісові, бурі лісові та дернові. Бурі гірсько-лісові ґрунти сформовані під наметом грабово-букових і букових насаджень. Бурі лісові ґрунти розташовані на рівних і нижніх частинах схилів до висоти 400 м н.р.м. під буковими, з домішкою граба, лісами. Дернові ґрунти, наймолодші за віком, сформовані на алювіально-делювіальних відкладах у долинах гірських потоків. Ерозійні процеси не мають значного розвитку і приурочені, в основному, до мережі доріг і трелювальних волоків. Лісові угіддя представлені природними буковими деревостанами за участю граба, явора, ясена, берези та інших порід. Переважаючими типами лісу є волога грабова бучина, рідше – свіжа грабова суббучина, свіжа грабова бучина, чиста бучина.

На початковому етапі досліджень в урочищі Стрільбище (кв. 27) у 2016 р. здійснена лісотехнічна меліорація дев'яти трелювальних волоків загальною довжиною понад 2 км. Ці волоки розташовані на ділянці з покатами схилами південно-східної

і південно-західної експозицій, де ростуть середньовікові грабово-букові деревостани. Висота над рівнем моря становить 200-250 м. Технологія виконання земляних робіт під час проведення меліорації волоків полягала в наступному. Земляні роботи здійснювали гусеничним екскаватором, який, рухаючись заднім ходом по волоку, здійснював періодичну виїмку, незначне переміщення та відсіпку ґрунту за напрямком руху. У результаті на поверхні волока формувались заглибини і підвищення, внаслідок чого після закінчення робіт його поздовжній профіль набирав специфічного вигляду з послідовним чергуванням вищезгаданих елементів. Процес роботи та первинний стан меліорованого волока показано на рис. 1. Глибина заглибин залежала від поздовжнього ухилу волока і складала в середньому 0,38 м.



Рис. 1. Процес меліорації трелювального волока гусеничним екскаватором

На чотирьох меліорованих волоках, які розташовані в різних ділянках території досліджень, навесні 2018 р. закладена серія постійних дослідних майданчиків (по три на кожному волоку). Загальний вигляд території, де проводили дослідження, місця розташування волоків, на яких здійснена лісотехнічна меліорація, а також місця закладки дослідних майданчиків подано на рис. 2. Довші границі майданчиків розташовані на гребнях підвищень і проходять поперек волоку від одного до другого краю його проїзної частини. Таким чином, усі дослідні майданчики, окрім двох підвищень, включають в себе одну заглибину. Параметри кожного з елементів майданчика та конфігурація поверхні ґрунту на них встановлювали за допомогою мірної стрічки, а координати місця розташування – за GPS. Довжина дослідних майданчиків є різною і рівна ширині проїзної частини волока, тоді як ширина орієнтовно складає 3,5 м.

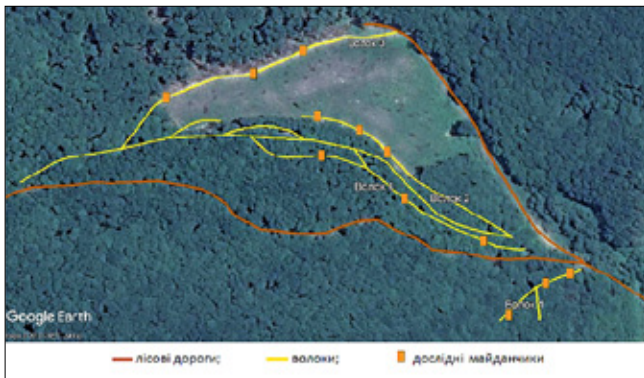


Рис. 2. Загальний вигляд території проведення досліджень

З метою встановлення лісівничо-екологічної ефективності робіт з меліорації трелювальних волоків на кожному дослідному майданчику відмічали ступінь розвитку процесів водної лінійної ерозії і встановлювали породний та кількісний склад самосіву і підросту деревних порід, а також його висоту. При цьому прийнята така градація висот: до 0,5 м; 0,51-1,5 м; 1,51 м і більше. Крім того, ви-

значали густоту трав'яного вкриття і його видову різноманітність. За наявністю трав'яне вкриття поділяли на чотири категорії: відсутнє, рідке (проективне вкриття до 0,3), середньої густоти (0,4-0,7) і густе (0,8-1,0) (Yusupovych, 1993). Для встановлення видової наявності рослин використовували визначник рослин Українських Карпат (Choryuk, Kotov & Protopopova, 1997).

Результати досліджень. Параметри дослідних майданчиків, які певною мірою характеризують величину трансформації поверхні проїзної частини волоків під час проведення лісотехнічної меліорації, подані в табл. 1. Здійснені заміри показали, що відстань між центрами підвищень коливалася в межах 2,7-3,8 м за середнього значення 3,4 м. Ширина трелювального волока (довжина майданчика) також була різною і змінювалась в межах 3,4-7,1 м за середнього значення 4,7 м. Висота підвищень і глибина заглибин зазвичай були однаковими і становили від 0,28 до 0,53 м. Необхідно відмітити, що на всіх меліорованих волоках відсутні прояви лінійної водної ерозії. В окремих заглибинах спостерігається перезволоження ґрунту та застій води.

Таблиця 1

Параметри дослідних майданчиків

Номер волока	Номер майданчика	Параметричні характеристики майданчика				
		довжина, м	ширина, м	глибина, м	площа заглибини, м ²	площа підвищення, м ²
1	1	4,70	3,70	0,40	6,1	11,3
	2	5,70	3,30	0,38	5,1	13,7
	3	3,50	3,30	0,40	4,9	6,6
2	1	3,40	2,70	0,28	4,1	5,1
	2	4,40	3,30	0,35	7,9	6,6
	3	6,90	3,40	0,53	8,3	15,2
3	1	4,30	3,50	0,33	6,0	9,0
	2	4,00	3,70	0,35	6,4	8,4
	3	4,40	3,80	0,38	7,5	9,2
4	1	4,50	3,60	0,35	7,2	9,0
	2	7,10	3,40	0,40	11,4	12,8
	3	4,00	3,40	0,35	6,0	7,6
Середнє значення		4,74	3,43	0,38	6,7	9,5

Меліорація трелювальних волоків сприяє процесам лісовідновлення на займаних ними ділянках, особливо, якщо такі волоки розташовані під наметом стиглого деревостану. Цей аспект підтверджують результати лісівничо-екологічних досліджень на модельній території, де через два роки після проведення меліорації обліковано, в середньому, 85,4 тис. шт./га підросту різних деревних видів. Загальна кількісна характеристика природного поновлення на меліорованих волоках у розрізі порід наведена в табл. 2.

Спектр деревних порід при цьому представлений досить широко, однак 94,8% за кількістю припадає на бук та граб. Домінуюче положення (85,2%)

на волоках займає підріст бука, якого налічується 72,8 тис. особин на 1 га. Помітна істотна перевага дрібного підросту різних порід (98,6%), що пояснюється дворічним періодом після завершення меліоративних робіт. Незначна частка (1,2%) підросту належить до середньої категорії. Поодинокі великі екземпляри букового підросту трапляються лише поблизу меж волоків. Серед другорядних порід у незначній кількості (0,1-0,7 тис. шт./га) наявні осика, береза, верба та акація. Загальний стан природного поновлення характеризується нормальною життєвістю без видимих ознак пригнічення (рис. 3).

У процесі польових досліджень звернута увага на особливості відновних процесів у заглиби-

нах та насипній частині меліорованих волоків. Встановлено наявність певних відмінностей, які полягають у значній перевазі численності підросу на насипній частині порівняно із заглибинами (рис. 4). Так, на підвищеннях загалом обліковано 59,5 тис. шт./га (69,7% від загальної кількості) підросу. У той же час у заглибинах його кількість

складає 25,9 тис. шт./га (30,3%). Певною мірою нижча відновна здатність деревних видів у заглибинах пояснюється нагромадженням у них опаду, шар якого суттєво гальмує появу самосіву, насамперед – бука лісового. Крім того, на дні окремих заглибин спостерігається застій води, що також не сприяє проходженню лісовідновних процесів.

Таблиця 2

Кількість природного поновлення на волоках

Висота підросу, м	Розподіл підросу за породами, тис. шт./га								Всього підросу, тис. шт./га / %
	бук	явір	граб	дуб	осика	береза	верба	акація	
до 0,5	72,0	3,2	8,1	од.	0,3	0,1	0,4	0,1	84,2 / 98,6
0,51-1,5	0,8	–	–	–	0,4	–	од.	–	1,2 / 1,4
більше 1,51	од.	–	–	–	–	–	–	–	од.
Разом	72,8	3,2	8,1	од.	0,7	0,1	0,4	0,1	85,4
%	85,2	3,7	9,6	од.	0,8	0,1	0,5	0,1	100,0



Рис. 3. Загальний вигляд природного поновлення на меліорованому волоку

Ступінь відновних процесів на меліорованих волоках також характеризується наявністю трав'яної рослинності, яка суттєво гальмує розвиток водної ерозії. Дослідженнями встановлено ступінь проективного вкриття за чотирма категоріями та зустріч-

ність того чи іншого виду. Загалом за результатами досліджень, воно характеризується як рідке із коефіцієнтом 0,32. Разом з тим, трав'яне вкриття представлено багатьма видами, перелік і зустрічність яких на волоках наведена в табл. 3.

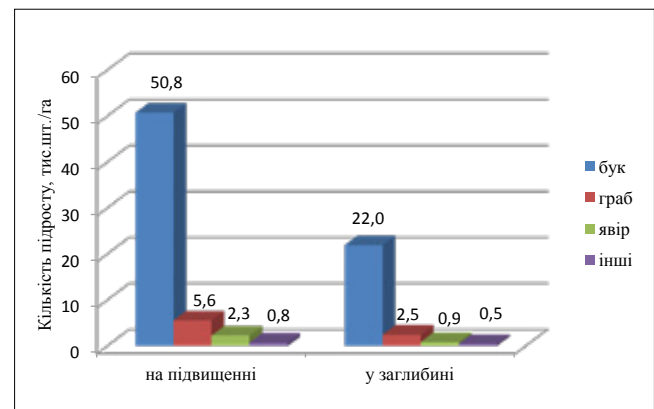


Рис. 4. Численність підросу за породами на різних ділянках меліорованого волока

Таблиця 3

Видовий склад трав'яного вкриття на меліорованих волоках

№ з.п.	Назва рослини	Зустрічність, %	№ з.п.	Назва рослини	Зустрічність, %
1	<i>Sambucus ebulus</i> L.	33	10	<i>Carex pilosa</i> Scop.	83
2	<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.	25	11	<i>Sedum acre</i> L.	8
3	<i>Caleodolon luteum</i> Huds	33	12	<i>Rubus serpens</i> Weihe	92
4	<i>Hypericum perforatum</i> L.	17	13	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.)	8
5	<i>Asarum europaeum</i> L.	17	14	<i>Galium scabrum</i> L.	17
6	<i>Euphorbia virgultosa</i> Klok.	17	15	<i>Hedera helix</i> L.	25
7	<i>Tussilago farfara</i> L.	8	16	<i>Swida sanguinea</i> (L.)	25
8	<i>Rubus</i> L.	33	17	<i>Juncus filiformis</i> L.	17
9	<i>Pulmonaria obscura</i> Dum.	8			

Спостерігається часта зустрічність видів *Rubus serpens* Weihe (92%) та *Carex pilosa* Scop. (83%). Остання, зазвичай, зосереджена у перезволожених місцях тракторних волоків.

Висновки. З огляду на характер залісення тракторних трелювальних волоків за розглянутого методу їх лісотехнічної меліорації, можна констатувати, що його застосування цілком забезпечує природне поновлення на цих ерозійно порушених при первинному транспортуванні деревини ділянках. Через два роки на меліорованих волоках налічується, в середньому, 85,4 тис. шт./га підросту різних деревних видів. При цьому на підвищених ділянках, порівняно із заглибинами, відзначено суттєву перевагу (69,7%) густоти підросту. Проективне вкриття трав'яних видів на волоках загалом характеризується як рідке (коефіцієнт 0,32).

Існують як позитивні, так і негативні сторони лісотехнічної меліорації. До позитивних сторін потрібно віднести:

- вагомий протиерозійний ефект, за якого створюються умови для запобігання подальших ерозійних процесів, що суттєво послаблює руйнування ґрунтового покриву волока поверхневими водами;

- відчутний гідрологічний ефект, який полягає в затримці поверхневих вод на гірських схилах і збільшенні часу їх поступлення до водотоків;

- висока здатність заростання травами і залісення мінералізованої площі деревними видами за наявності поблизу намету стиглого лісу;

- забезпечення можливостей для високої приживлюваності створених на волоку лісових культур;

- використання сучасної високопродуктивної техніки, яка забезпечує повну машинізацію землерийних робіт і виключає застосування ручної праці, а також створює умови для швидкого виконання робіт.

До негативних сторін належать:

- капіталоємність і порівняно висока вартість виконання меліоративних робіт;

- неможливість подальшого використання меліорованих волоків за необхідності проведення наступних прийомів рубок;

- підвищена вологість ґрунту у поглиблених частинах волока.

Бібліографічні посилання

Aust, W.M., Bolding M.C., & Barrett S.M. (2015). Best Management Practices for Low-Volume Forest Roads in the Piedmont Region. Summary and Implications of Research. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 2472, 51-55.

Bybluk, N., Styranivsky, O., Korzhov, V., & Kudra, V. (2008). Timber harvesting in the Carpathians: Ecological problems and methods to solve them. *Journal of Forest Science*, 56 (7), 333-340.

Hrīb, M., & Dvorscák, P. (1998). Research and design of erosion control and sanitation methods on forest roads and slopes. *Proceedings of the seminar on environmentally sound forest roads and wood transport*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/X0622E/x0622e0t.htm>

Ilstedt, U., Malmer, A., Nordgren, A., & Liao, P. (2004). Soil rehabilitation following tractor logging: early results on amendments and tilling in a second rotation *Acacia mangium* plantation in Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management*, 194, 215-222.

Korzhov, V.L. (2015). Some Peculiarities of Hydrological Role of Mountain Forest Areas during Floods Formation. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 25.3, 9-16 (in Ukrainian).

Korzhov, V.L. (2011). Improvement of forest resource management as factor of climate change mitigation. *Scientific works of the Forestry Academy of Science of Ukraine: collection of scientific works*, 9, 189-193 (in Ukrainian).

Lamb, D., & Gilmour, D. (2003). *Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland.

Maginnis, S., Rietbergen-McCracken, J., & Sarre, A. (2007). *The forest landscape restoration handbook*. London, GB: Earthscan.

Potyondy, J.P., & Geier, T.W. (2011). *Watershed Condition Classification Technical Guide*. FS-978. United States Department of Agriculture Forest Service

Regulations of main cutting in mountain forests of Carpathian (2008). Edition is official. Kyiv: State Forestry Committee of Ukraine (in Ukrainian).

Shkiryа, T.M. (2003). *Technology and machinery for logging operations*. Lviv: Triada plus (in Ukrainian).

Solgia, A., Najafib, A., & Sadeghic, S.H. (2014). Effects of traffic frequency and skid trail slope on surface runoff and sediment yield. *International Journal of Forest Engineering*, 25 (2), 171-178. <https://doi.org/10.1080/14942119.2014.955699>

Stone, D.M. (2002). Logging options to minimize soil disturbance in the northern Lake States. *Northern Journal of Applied Forestry*, 19, 115-121. <https://doi.org/10.1093/njaf/19.3.115>

Tomasic, Z. 1996. Soil erosion on several longitudinal slopes of a trial skid trail over a four-year period (1992-1996). *Proceedings of the Seminar on Environmentally Sound Forest Roads and Wood Transport*. FAO of the UN, Sinaia, Romania. 322-334.

Williamson, J. R., & Neilsen, W.A. (2000). The influence of forest site on rate and extent of soil compaction and profile disturbance of skid trails during ground-based harvesting. *Canadian Journal of Forest Research*, 30, 1196-1205. <https://doi.org/10.1139/x2012-034>

Yusypovych, I.M. (1993) *Types of felling areas and reforestation in Beskydy (Ukrainian Carpathians)*. Lviv: Forestry technical institute (in Ukrainian).

Chopyk, V. I., Kotov, M. I., & Protopopova, V. V. (1997). *Determinant of plants of the Ukrainian Carpathians*. Kyiv: Scientific thought (in Ukrainian).

Лесотехническая мелиорация трелевочных волоков в горных лесах с использованием экскаватора

В. Л. Коржов¹, В. С. Кудра²

При проведении лесозаготовок в горных лесах Украинских Карпат основным трелевочным механизмом были и остаются гусеничные и колесные тракторы, с использованием которых заготавливается более 90% древесины. Такое положение, при отсутствии в лесах надлежащей транспортной инфраструктуры, вызывает необходимость устройства густой сети трелевочных волоков, в результате чего снимается и отсыпается в отвал значительный объем грунта. Со временем на таких участках активизируются эрозионные процессы и волок становится руслом для поверхностного стока воды. Особенно уязвимыми в плане развития эрозионных процессов являются магистральные волоки, которые обычно эксплуатируются длительное время.

Актуальной задачей лесохозяйственной деятельности является восстановление нарушенных земель при первичной транспортировке древесины. Учитывая это, начата отработка рациональных методов лесотехнической мелиорации части волоков, которые не планируются для дальнейшего использования или на которых наблюдается эрозия. В государственном предприятии «Перечинское лесное хозяйство» проведены опытные работы по мелиорации девяти волоков, общая длина которых составляет более 2 км. Технология выполнения земляных работ по мелиорации волоков заключалась в следующем. Гусеничный экскаватор, двигаясь задним ходом по волоку, осуществляет ковшем периодическую выемку, незначительное перемещение и отсыпку грунта по направлению движения. В результате на поверхности волока формируются углубления и возвышения. После окончания работ его продольный профиль представляет собой

последовательное чередование вышеупомянутых элементов.

Установлено, что на расположенных под пологом древостоя волоках, где проведены мелиоративные работы, проходят активные лесовосстановительные процессы. Через два года на мелиорированных площадях в среднем насчитывается 85,4 тыс. шт./га подростов различных древесных пород. Доминирующее положение (85,2%) занимает буковый подрост, что отвечает лесорастительным условиям. При этом на участках возвышений отмечаются лучшие условия лесовозобновления (69,7% от всего количества подростов). Наблюдается существенное преобладание мелкого подростов разных пород (98,6%), что объясняется двухлетним периодом после завершения мелиоративных работ. Проективное покрытие травяных видов на волоках характеризуется как редкое (коэффициент 0,32). Наиболее часто встречаются виды *Rubus serpens* Weihe (92%) и *Carex pilosa* Scop. (83%). Причем последняя, как правило, сосредоточена в местах возникших углублений. Необходимо отметить, что на всех мелиорированных волоках отсутствуют проявления линейной водной эрозии.

Результаты исследований позволили установить положительные и отрицательные стороны рассматриваемого метода лесотехнической мелиорации волоков и сделать важный вывод о целесообразности его применения.

Ключевые слова: горные условия; лесозаготовки; наземная трелевка; волоки; восстановление нарушенных земель; естественное возобновление.

Forestry amelioration of the skid trails in mountain forests using an excavator

V. Korzhov¹, V. Kudra²

Tracked and wheeled tractors remains the main skidding mechanism that have been and used for logging in the mountain forests of the Ukrainian Carpathians.. They are applied in more than 90% of wood to be logged. The lack of adequate transport infrastructure in the forests caused the necessity of construction of a dense network of skidding trails that let a significant amount of soil de removed and dumped.

¹ Коржов Владимир Леонидович – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, первый заместитель директора. Украинский научно-исследовательский институт горного лесоводства им. П. С. Пастернака, ул. Грушевского, 31, г. Ивано-Франковск, 76018, Украина. Тел.: 03422-53-02-36, +38-067-380-25-08. E-mail: vl.korzhov@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3201-1199>

² Кудра Василий Степанович – старший научный сотрудник лаборатории лесных природосберегающих технологий и транспорта. Украинский научно-исследовательский институт горного лесоводства им. П. С. Пастернака, ул. Грушевского, 31, г. Ивано-Франковск, 76018, Украина. Тел.: 03422-53-02-36, +38-096-694-20-22. E-mail: vs.kudra@ukr.net

¹ Volodymyr Korzhov – corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Technical Sciences, Senior researcher, First deputy director for Science of the Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P. Pasternak, Hrushevskoho st., 31, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine. Tel.: 03422-53-02-36, +38-067-380-25-08. E-mail: vl.korzhov@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3201-1199>

² Vasyly Kudra – senior researcher of the laboratory of forest environmental technology and transport, Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P. Pasternak, Hrushevskoho st., 31, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine. Tel.: 03422-53-02-36, +38-096-694-20-22. E-mail: vs.kudra@ukr.net

Over time, such areas suffer from the erosion processes and the skidding trail becomes a channel for surface water flow. The main skidding trails which are usually operated for a long time are especially vulnerable to the development of erosion processes.

The actual task of forestry is the restoration of land disturbed during the primary transportation of wood. With this in mind, we have started to apply rational methods of forestry melioration on the skid trails that are not planned for further use or on where erosion is observed. The experimental works on the melioration of nine skid trails with the total length of more than 2 km have been held at the state enterprise «Perechyn forestry». The technology of excavation works on the melioration of skid trails was the following. The tracked excavator moving backwards along the track line carried out periodic excavation with a bucket, slight displacement, and soil pilling in the direction of the movement. As a result, grooves and elevations on the surface were formed. After the completion of works its longitudinal profile looks like sequential alternation of the above elements.

It has been found within the studies that active forest regeneration processes took place on the skid trails under the forest canopy, where melioration works

have been carried out. Two years later, there were average of 85.4 thousand pieces / ha of undergrowth of various tree species on the ameliorated areas. The dominant position (85.2%) was occupied by beech undergrowth which meets forest conditions. At the same time, the best conditions for reforestation were noticed in areas of elevation (69.7% of the total number of undergrowth). There was a significant predominance of small undergrowth of different species (98.6%) that can be explained by a two-year period passed after the completion of melioration works. The projective cover by grass species on the skid trails is characterized as rare (coefficient 0.32). *Rubus serpens* Weihe (92%) and *Carex pilosa* Scop (83%) are the most common. Meanwhile, the latter is usually concentrated in the places of arisen grooves. It should be mentioned that there was no occurrence of linear water erosion on all the skid trails. The findings of the study allowed setting out the advantages and disadvantages of the considered method of forest melioration of skid trails and make conclusions about the possibility of its application.

Key words: mountain conditions; logging; ground skidding; skid trails; restoration of disturbed lands; natural renewal.