

В.Л. КОРЖОВ¹, В.С. КУДРА²

**ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОБОТИ АГРЕГАТНИХ
МАШИН НА ГІРСЬКІЙ ЛІСОЗАГОТІВЛІ
В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ**

Представлено аналіз сучасних тенденцій машинізації лісозаготівель в розвинутих країнах Європи. Подано результати досліджень лісівничо-екологічних показників застосування різних типів харвестерів і форвардерів під час проведення суцільних рубок на гірських схилах. Дослідження із встановлення величини пошкоджень підросту і ґрунтової поверхні лісосік проведено на шести дослідних ділянках, які розташовані в трьох лісових підприємствах Львівської та Івано-Франківської областей. На дослідних ділянках, в середньому, збережено 85,5% підросту, наявного на позаволокових площах. Місця, які використовують для проїзду техніки, становлять 19,9% від площі лісосік, що в 2-2,5 рази більше, ніж у разі застосування трелювальних тракторів. Однак, пасічні волокни під час машинної заготівлі деревини становлять, переважно, ділянки порушеного ґрунту на глибину до 5 см і характеризуються незначними обсягами ерозійних утворів.

Ключові слова: гірські умови, суцільні рубки, машинна лісозаготівля, лісівничо-екологічна ефективність

Вступ. Підписані Україною в останні роки міжнародні документи ставлять завдання стосовно сприяння захисту та організації ефективного управління гірськими лісами Східної Європи в інтересах нинішнього та майбутніх поколінь. Їх головна суть полягає в збереженні продуктивних функцій лісів та їхньої ролі в розвитку сільських територій і зеленої економіки, а також у застосуванні раціональних методів заготівлі і використання деревини, як

¹ **КОРЖОВ Володимир Леонідович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, перший заступник директора з наукової роботи Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака. м. Івано-Франківськ, Україна. Тел.: 034-222-52-16; +38-067-380-25-08. E-mail: vl.korzhov@ukr.net; ukrimf.info@ukr.net

² **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.: +38-096-694-20-22. E-mail: v.kudra@mail.ru

екологічно безпечної та поновлюваної сировини [1, 2]. Одним із способів вирішення цих завдань є запровадження природооощадних технологічних процесів лісозаготівлі, що базуються на використанні систем лісових машин, які забезпечують машинізацію робіт, високу продуктивність праці та якість отримуваних лісоматеріалів [3].

На сучасному етапі машинізація лісозаготівельних процесів базується на використанні багатоопераційних лісових машин, для яких характерні високі естетичні і ергономічні показники та автоматизовані системи управління, чим повністю усуваються важкі і небезпечні ручні операції. У розвинених лісопромислових країнах навіть вживають термін «інтелігентні лісозаготівлі», який відображає сучасний рівень машинізації лісозаготівель, де працюють високопродуктивні, автоматизовані і комп'ютеризовані лісові машини. Лише два агрегати – харвестер (звалювально-гілкорізально-розкрязувальна машина) і форвардер (навантажувально-транспортна машина) – виконують весь комплекс робіт на лісосіці, починаючи від звалювання дерев і закінчуючи складуванням сортиментів у штабелі біля доріг, або їх навантаженням на лісовозні автомобілі. Така система машин, яка, залежно від природно-виробничих умов, може включати в себе різні типорозміри згаданого обладнання, застосовують не одне десятиліття в низці європейських країн, включаючи сусідні Словаччину, Польщу, Білорусь та країни Балтії. Тому машинізація лісосічних робіт, якій властиві позитивні економічні, екологічні і соціальні аспекти, є перспективним напрямком вдосконалення лісогосподарського виробництва [4-8].

Звалювально-пакувальні і транспортні машини в Україні застосовували на лісозаготівлі ще у вісімдесятих роках минулого століття, переважно в рівнинних лісах. Проте масового поширення машинна заготівля деревини тоді не отримала через низку об'єктивних та суб'єктивних причин. Віднедавна вітчизняна лісова галузь розпочала процеси запровадження машинізації лісосічних робіт. Із врахуванням досвіду передових лісових держав, здійснено низку організаційно-технічних заходів, спрямованих на застосування харвестерів і форвардерів на лісозаготівлі. Також проведено низку практичних семінарів та нарад, зокрема, в Поліссі і Карпатах, де у виробничих умовах демонстрували роботу такої техніки. Як наслідок, у багатьох державних лісових підприємствах почали застосовувати на умовах підяду згадані машини [9-11].

Об'єкти і методика досліджень. Польові дослідження проводили на лісосіках суцільної рубки в двох лісових підприємствах гірської зони Львівської області та одному – Івано-Франківської області, де заготівлю деревини в 2011-2012 рр. здійснювали з використанням харвестера та форвардера. Розміщення дослідних ділянок і таксаційна характеристика насаджень, які відводили в суцільну рубку, наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційна характеристика ділянок

Номер ділянок та їх місцезнаходження	Площа, га	Таксаційні показники деревостану до рубки						
		склад	індекс типу лісу	вік, років	бонітет	повнота	запас, м ³ /га	стрімкість схилу, град.
Гусеничний харвестер + форвардер								
1.Турківське державне лісогосподарське підприємство «Галсільліс», Бітлянське лісництво, кв. 1, вид. 12	2,1	10Ял	С ₃ -бк-яцЯл	45	I	0,5	140	10
2. ДП «Боринське лісове господарство», Верхненське лісництво, кв. 34, вид. 32	4,0	8Ял2Яц	С ₃ -Ял	45	I	0,45	165	15
Колісний харвестер + форвардер								
3. ДП «Вигодське лісове господарство», Людвиківське лісництво, кв. 22, вид. 6	2,1	10Ял + Яц	С ₃ -Ял	135	3	0,7	360	20
4. ДП «Вигодське лісове господарство», Людвиківське лісництво, кв. 22, вид.18	1,8	10Ял	С ₃ -яцЯл	105	1	0,7	500	20
5. ДП «Вигодське лісове господарство», Солотвинське лісництво, кв. 20, вид.12	2,1	10Ял + Бк, Яц	Д ₃ -бк-яцЯл	85	1а	0,7	440	18
6. ДП «Вигодське лісове господарство», Солотвинське лісництво, кв. 20, вид.12	2,5	10Ял + Бк, Яц	Д ₃ -бк-яцЯл	85	1а	0,7	440	18

На дослідних ділянках в лісових підприємствах Львівської області використовували гусеничний харвестер Mini-Konigstiger, оснащений процесорною головою LAKO 43 і колісний форвардер Timberjack 810B. У ДП

«Вигодське лісове господарство» працювали колісні машини – харвестер Valmet 941.1 і форвардер Valmet 890.3 (рис. 1 і 2). Необхідно зазначити, що всі дослідні ділянки розташовані в зоні доброго транспортного доступу, що дало змогу забезпечити ефективну роботу згаданих машин.



Рис. 1. Лісовий комбайн - харвестер Valmet 941.1 в процесі роботи на дослідній ділянці в ДП «Вигодське лісове господарство»

Визначення параметрів ділянок та розташування на них пасічних волоків здійснювали за допомогою геоінформаційної системи «Field-Mar». Характерною особливістю і позитивним моментом цієї системи є можливість формування в польовому комп'ютері картографічної і цифрової інформації, максимально автоматизувати процес вимірювання таксаційних та інших показників у лісі, забезпечуючи при цьому контроль повноти та вірогідності інформації. При цьому об'єкти відображають на електронній карті в комп'ютері безпосередньо у польових умовах [12].

Дослідження пошкодження підросту та ґрунту у процесі рубки проводили на трьох лініях, розташованих упоперек схилу в нижній, середній та верхній частинах зрубу. На кожній трансекті закладали 15-25 облікових площадок розміром 2 x 2 м, розташованих на віддалі 6 м одна від одної. Їхня загальна кількість становила в межах 45-75 штук на кожній дослідній ділянці.

Загальну кількість підросту на ділянках встановлювали шляхом переліку його на пробних площадках та переведення на 1 га площі. Під час оцінювання

природного поновлення на облікових площадках встановлювали його висотну структуру, густоту, розподіл на площі (зустрічність), стан та ступінь збереження. За висотою підріст всіх порід поділяли на такі групи: дрібний – до 0,5; середній – 0,6-1,5 та великий – 1,5-2,5 м. Молодняк заввишки 2,6-5,0 м і діаметром до 6 см, який підлягає збереженню, враховували разом з великим підростом.



Рис. 2. Збір сортиментів форвардером Valmet 890.3, який рухається по волоку, встеленому лісосічними рештками

За ступенем пошкодження підріст поділяли на непошкоджений, слабко- та сильно пошкоджений і знищений. До непошкодженого підросту відносили підріст без ознак травмування. До слабких пошкоджень відносили такі, що не призведуть до суттєвого зниження життєвості особин, а в майбутньому – до зниження технічної якості дерев: обшморгування крони менше $\frac{1}{3}$ її довжини й обдирання кори стовбурця завширшки менше ніж 20% його діаметра. До сильно пошкоджених відносили особини, у яких пошкодження можуть спричинювати порушення їх життєдіяльності із суттєвою ймовірністю загибелі або вад, що в майбутньому можуть призвести до формування дров'яних стовбурів: обшморгування крони понад $\frac{1}{3}$ її довжини, обдирання кори стовбурця завширшки понад 20% по його периметру, злам верхівки і частковий відрив кореневої системи. Знищений підріст включав особини із зламаним стовбурцем або повним відривом кореневої системи.

За розподілом по площі природне поновлення залежно від трапляння поділяли на чотири категорії: рівномірний розподіл – трапляння понад 81%, відносно-рівномірний – 61-80%, нерівномірний – трапляння 40-60%, груповий (не менше 10 особин дрібних і 5 особин середніх та великих екземплярів життєздатного і зімкненого підросту). Під траплянням 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 [13-16].

З метою встановлення пошкодження ґрунту на пробних площадках фіксували стан поверхні ґрунту з розподілом за певними категоріями. При цьому використовували методичні підходи, викладені в [17-19].

Результати дослідження. Характеристику стану наявного природного поновлення на позаволокових ділянках зрубів після проведення суцільної рубки наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Стан природного поновлення на зрубках

№ ділянки	Обліковано підросту, тис. шт./га	Зокрема збережено, %	Пошкоджено під час рубання, тис. шт./га	В тому числі за ступенем пошкодження, %		
				слабо	сильно	знищений
Гусеничний харвестер + форвардер						
1	1,75	85,7	0,25	-	5,7	8,6
2	2,9	65,5	1,0	5,2	13,8	15,5
Колісний харвестер + форвардер						
3	6,5	73,8	1,7	12,3	10,8	3,1
4	10,8	88,0	1,3	3,7	3,7	4,6
5	18,4	94,0	1,1	1,6	2,2	2,2
6	9,4	89,9	0,95	1,6	2,1	6,4
Середнє зважене	7,6	85,5	1,1	3,9	5,3	5,3

Трапляння підросту на ділянках змінювалось в межах 68-84% і лише на ділянці №1 воно становила 28%. Породний склад природного поновлення за основними лісотвірними породами повністю відповідає складу деревостану, який відводили до рубання, за винятком ділянки 6, де у підрості відсутній бук. Встановлено, що основу підросту на зрубках переважно складають особини дрібної категорії (74,3-98,5%), які можна вважати найбільш придатними для подальшого успішного зарощування ділянок.

Аналіз отриманих даних показує, що внаслідок проведення рубання на базі багатоопераційних машин в середньому збережено 85,5% природного поновлення, наявного на позаволокових ділянках. При цьому було пошкоджено 14,5% підросту, з якого травмовано до ступеня припинення росту 10,6%. Характерно, що в переважній більшості пошкоджено особини середньої (0,6-1,5 м) та великої (більше 1,5 м) висотних категорій. Розподіл підросту за категоріями пошкодження подано на рис. 3. Найбільших пошкоджень зазнав стовбурець деревних рослин (54,5%), що переважно виражено у формі обдирання кори слабкого та сильного ступенів. Високий відсоток (27,3%) серед пошкодженого підросту становлять екземпляри з частковим чи повним відривом коренів. Особини із повним відривом кореневої системи на час обстеження були повністю всохлими.

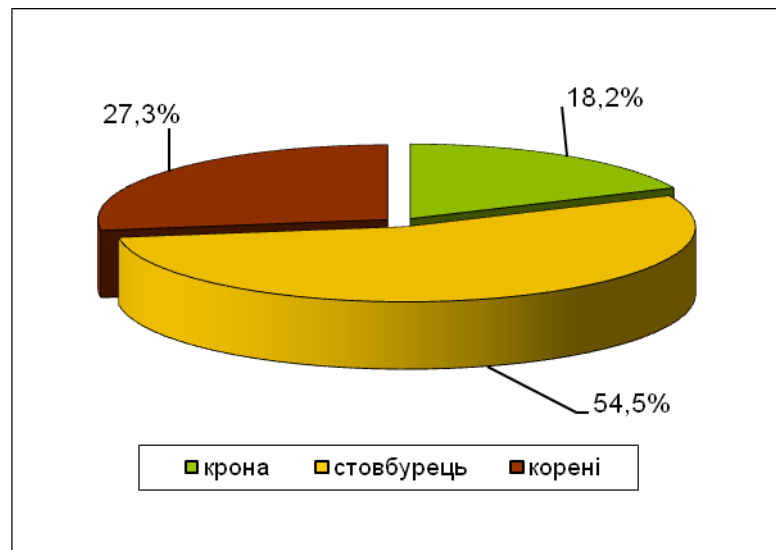


Рис. 3. Розподіл підросту за категоріями пошкодження

Поряд з вивченням стану природного поновлення, проводили дослідження впливу згаданої системи машин на поверхню ґрунту. Дослідження показують, що основними місцями антропогенного впливу є пасічні волоки, які під час машинної заготівлі спеціально не влаштовують, а формують шляхом проходів харвестера посередині пасіки, розташованої, зазвичай, вздовж схилу. Максимальний виліт маніпулятора харвестера становить близько 10 м, що дає змогу освоювати пасіки завширшки 18-20 м, посередині яких влаштовують волок. Ґрунтова поверхня на волоку, як звичайно, укріплена щільним настилом із порубних решток, по яких здійснюється проїзд харвестера і форвардера.

Лише, у випадку зрізування груп всохлих дерев порубні рештки не повністю вкривають ґрунтову поверхню. Крім того, наявні окремі місця позаволокових заїздів, на яких здійснювали маневрування багатоопераційні машини. У низці випадків, пасічний волок становить дві колії, що утворилися внаслідок проходу гусеничного чи колісного рушія. У табл. 3 наведено основні усереднені параметричні характеристики трелювальних волоків.

Таблиця 3

Характеристики параметрів волоків під час машинної лісозаготівлі

№ ділянки	Кількість волоків, шт.	Усереднені параметри волока			Середній ухил волока, град
		протяжність, м	ширина, м	площа, м ²	
Колісний харвестер + форвардер					
1	13	92,8	3,4	354,2	16
2	3	191,6	4,3	878,7	5
Колісний харвестер + форвардер					
3	14	66,5	3,5	243,0	15
5	6	176,6	3,3	589,0	12
6	5	198,3	3,5	905,0	9

Зазвичай, на лісосіці формується система пасічних волоків, які безпосередньо пов'язані із магістральним, що пролягає, як звичайно, у нижній частині ділянки чи поза її межами. Приклад розташування волоків на одній із лісосік показано на рис. 4. Необхідно зазначити, що частка первинних шляхів транспортування деревини на дослідних ділянках становить 19,9% від площі лісосіки, що в 2-2,5 раза більше, ніж при застосуванні трелювальних тракторів [20]. Однак, пасічні волоки під час машинної заготівлі деревини характеризуються відносно незначними обсягами ерозійних утворів. За своїм характером це переважно ділянки трансформованого ґрунту на глибину до 5 см.

Характеристику стану ґрунтової поверхні на зрубках після завершення лісосічних робіт наведено в табл. 4. Загалом, на обстежених зрубках в середньому зберігається непорушеною 77,8% їхньої площі. Враховуючи те, що пасічні волоки можна віднести до мінералізованих ділянок, площа ділянок з порушеннями завглибшки до 5 см, в середньому становить 15,9%. Вона характеризується розпушенням підстилки або перемішуванням її із верхнім шаром ґрунту

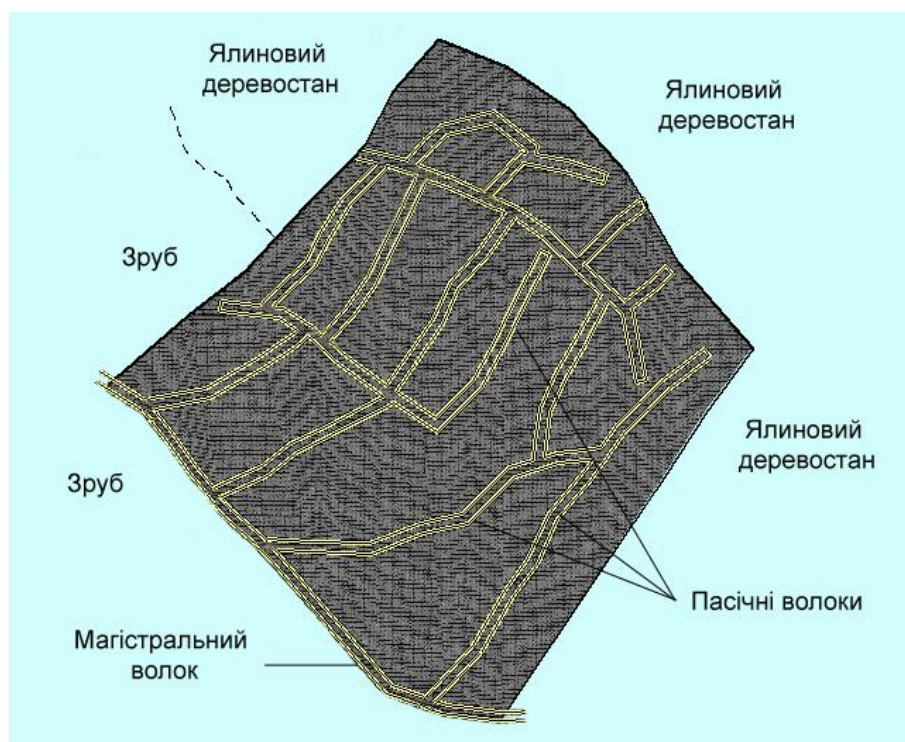


Рис. 4. Приклад розташування волоків на одній із лісосік, освоєних із застосуванням багатоопераційних колісних машин

Таблиця 4

Стан ґрунтової поверхні на зрубках

№ ділянки	Не порушена поверхня ґрунту, %	Категорія стану поверхні ґрунту, %				Об'єм ерозії ґрунту, м ³ /га
		мінералізована до 5 см	пошкодження завглибшки, см		наноси	
			6-10	більше 10		
Гусеничний харвестер + форвардер						
1	82,7	9,4	3,5	1,5	2,9	75
2	88,2	8,3	2,9	0,3	0,3	43
Колісний харвестер + форвардер						
3	74,8	21,2	2,8	1,2	–	101
4	74,8	18,8	3,6	2,8	–	127
5	60,0	36,0	1,0	3,0	–	122
6	76,6	10,4	2,4	4,6	6,0	91
Середнє зважене	77,8	15,9	2,7	2,1	1,5	86

Пошкодження ґрунту на глибину понад 6 см та наноси становлять трохи більше як 5%, а об'єм ерозії ґрунту знаходиться в межах 43-127 м³/га за середнього значення 86 м³/га. Ці показники є значно меншими, ніж у разі використання на первинному транспортуванні деревини в Українських Карпатах гусеничних чи колісних трелювальних тракторів [3, 21].

Висновки. Машинізація лісозаготівельних процесів стає визначальним чинником розвитку лісової галузі в багатьох країнах світу і є одним із актуальних та перспективних напрямків вдосконалення лісогосподарського виробництва в Україні.

Проведені дослідження дають змогу стверджувати, що позитивний лісівничо-екологічний ефект від застосування сучасних систем лісових машин для лісозаготівель досягається завдяки використанню методу напрямленого звалювання дерев, який, значною мірою, усуває пошкодження залишених дерев і підросту. Обрізування гілок і сучків здійснюється тільки на волоку, внаслідок чого на ньому утворюється настил із лісосічних решток, по якому і здійснюється проїзд харвестера і форвардера. Необхідно зазначити, що ці машини здійснюють рух по лісосіці в напрямку вздовж схилу. При цьому зникає потреба виконувати будь-які земляні роботи для влаштування пасічних волоків, чим забезпечується досягнення мінімального негативного впливу на ґрунт і підріст.

Крім лісівничо-екологічних факторів, освоєння лісосік за допомогою такої системи агрегатних машин дає змогу повністю усунути важку ручну і небезпечну працю лісорубів, суттєво підвищити продуктивність праці на лісозаготівлі, а також збільшити вихід ліквідної деревини та покращити її якість.

Список використаних джерел

- 1. Рамкова конвенція** про охорону та сталий розвиток Карпат. Ратифіковано Законом України № 1672-IV від 07.04.2004.
- 2. Полякова Л.В.** Карпатська конвенція. Для лісів Карпат узгоджено на-
прями розвитку / Л.В. Полякова // Ліс. і мислив. журн. – 2011. – №3. – С. 2-3.
- 3. Коржов В.Л.** Вдосконалення лісокористування як фактор запобігання
кліматичних змін / В.Л. Коржов // Наук. праці Лісівничої акад. наук України : зб.
наук. праць. – Вип. 9. – 2011. – С.189 -193.
- 4. A new era** in the forest machine industry // Forestec. – 2000. – № 8. – Р. 14-
15.
- 5. Intelligent Harvesting** / Nordicum Forest Industry. Special report. – 1999. –

46 р.

6. Стрельцов Э. Динамика развития лесной техники в начале XXI века / Э. Стрельцов // Основные средства. Журнал об автотранспорте и спецтехнике. – 2006. – №7. [Электронный ресурс]: Доступный з <http://www.os1.ru/article/market/2006>.

7. Коржов В.Л. Современные тенденции механизации лесозаготовок / В.Л. Коржов // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2008. – №1. – С. 68-70.

8. Сабадырь А.И. Индустриальные технологии и производительность труда / А.И. Сабадырь // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2012. – №1. – С. 72-74.

9. Сабадир А.І. Удосконалення гірських лісозаготівель / А.І. Сабадир, В.Л. Коржов // Ліс. і мислив. журн. – 2008. – № 2. – С. 16-17.

10. Коржов В.Л. Лісозаготівлі – на плечі машин. Застосування машинної заготівлі деревини в Карпатах / В.Л. Коржов, В.С. Кудра, М.М. Ільницький // Ліс. і мислив. журн. – 2012. – №1. – С. 19-21.

11. Коржов В.Л. Новітні технології лісокористування. Лісівничо-екологічні аспекти застосування машинної заготівлі деревини на гірських схилах / В.Л. Коржов, В.С. Кудра, І.Я. Тимочко // Ліс. і мислив. журн. – 2012. – №5. – С. 6-9.

12. Букша І. Польова ГІС для лісового господарства. Якісно нові можливості для польового збирання інформації в лісовому господарстві / І. Букша, М. Букша, М. Черни // Ліс. і мислив. журн. – 2011. – №3. – С. 16-19.

13. Побединский А.В. Лесоводственно-экологическая оценка влияния лесозаготовительной техники на почвенно-растительный покров / А.В. Побединский // Лесн. хоз-во. – 1995. – №3. – С. 30-33.

14. Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса: Утв. Гослесхозом СССР. – М., 1984. – 24 с.

15. Кудра В.С. Зустрічність підросту як показник успішності відновлення лісу / Матеріали міжнарод. ювілейн. наук. конф., присвяченої 75-річчю із дня заснування УкрНДІЛГА [Харків, 30-31 березня 2005 р.] // В.С. Кудра. – Харків, 2005. – С. 142-145.

16. 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.

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

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

19. Олійник В.С. Класифікація пошкоджень ґрунту під час лісозаготівель в Карпатах / В.С. Олійник // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. – Чернівці, 1998. – С. 13-20.

20. Парпан В.И. Повреждение почвы при разных способах трелевки леса в Карпатах / В.И. Парпан, В.С. Олійник, В.С. Кудра / Лесн. хоз-во. – 1988. – №1. – С. 28-30.

21. 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

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ АГРЕГАТНЫХ МАШИН НА ГОРНЫХ ЛЕСОЗАГОТОВКАХ В УКРАИНСКИХ КАРПАТАХ

Представлен анализ тенденций механизации лесозаготовок в развитых странах Европы. Поданы результаты исследований лесоводственно-экологических показателей использования различных типов харвестеров и форвардеров при проведении сплошных рубок на горных склонах. Исследования по определению величин повреждений подроста и почвенного покрова лесосек проведены на шести опытных участках, расположенных в трех лесных предприятиях Львовской и Ивано-Франковской областей. На опытных участках, в среднем, сохранено 85,5% подроста, имеющегося на вневолоковых площадях. Места, которые используются для проезда техники, составляют 19,9% от площади лесосек, что в 2-2,5 раза больше, чем при применении трелевочных тракторов. Однако, пасечные волокы при машинной заготовке

древесины представляют собой, преимущественно, участки нарушенной почвы на глубину до 5 см и характеризуются незначительными объемами эрозионных образований.

Ключевые слова: горные условия, сплошные рубки, машинные лесозаготовки, лесоводственно-экологическая эффективность

V.L. Korzhov, V.S. Kudra

FORESTRY-ECOLOGICAL ASPECTS OF USE OF AGGREGATE MACHINES FOR MOUNTAIN LOGGING IN THE UKRAINIAN CARPATHIANS

The analysis of current trends of machine logging in the developed European countries is presented. The results of the studies to determine forestry-ecological indexes of using different types of harvesters and forwarders in clear cuttings on mountain slopes are given. Research to establish the intensity of damage to undergrowth and soil surface of cutting areas was conducted at six research sites, which are located in three forest enterprises of Lviv and Ivano-Frankivsk regions. On average, 85.5% of the undergrowth present on the research sites (away from trails) was intact. Sites, used for passage of machines, make up 19.9% of the cutting areas, which is 2-2.5 times higher than during usage of skidding tractors. However, in case of machine harvesting of timber, usually trails are the sites with soil disturbed to a depth of 5 cm and are characterized by small intensity of erosion.

Key words: mountainous conditions, clear-cutting, machine logging, forestry-ecological efficiency