

Копанский Н.М., Шепелюк О.О., Салдан Р.Й. Исследование физических свойств древесно-композиционных материалов, изготовленных с использованием рапсового сырья

Приведены результаты исследований влияния основных параметров процесса изготовления древесных композиционных материалов с использованием отходов рапса на их физические свойства. Показаны зависимости физических показателей материала от содержания рапсовых частиц и от содержания клея. Определены рациональные величины удельного содержания сырья из рапса в исходной композиции. Доказана возможность использования рапсового сырья, как альтернативной, в производстве древесных композиционных материалов, что является чрезвычайно важным для малолесных регионов Украины.

Ключевые слова: древесные композиционные материалы, стружечные плиты, растительное сырье, физические свойства, стебли рапса.

Kopansky M.M., Shepelyuk O.O., Saldan R.Y. The Investigation of the Physical Properties of Wood Composite Materials Fabricated Using Rape Raw Material

The effects of the main parameters of the process of manufacturing of wood composites using waste canola on their physical properties are studied. Dependence on the physical parameters of the material content of rape particles and the content of the adhesive is shown. The influence of these factors on the development of the material is analyzed. The rational value of the specific content of raw rapeseed in the original composition is defined. The possibility of using rapeseed raw materials as an alternative in the production of wood composite materials, which is extremely important for small wooded regions of Ukraine, is proved.

Key words: wood composite materials, particle board plant material, physical properties of wheat-rye straw, stalks of rape.

УДК 630.31:658.011.51

Ст. наук. співроб. В.Л. Коржов¹, канд. техн. наук;
ст. наук. співроб. В.С. Кудра¹; С.Ю. Кокоць²

**ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ
МОБІЛЬНОЇ КАНАТНОЇ УСТАНОВКИ LARIX-3T**

Представлено результати досліджень з оцінки впливу лісосічних робіт із використанням мобільної канатної установки Larix-3T на природне поновлення і ґрунтову поверхню. Дослідження проведено на дослідних ділянках, розташованих у Сколівських Бескидах. Встановлено, що завдяки використанню Larix-3T у середньому зберігається 86,5 % наявного підросту, а порушена площа становить 21,2 %. При цьому порушення ґрунту глибиною більше 6 см спостерігається лише на 3,7 % площі. Об'єм експлуатаційної ерозії становить 61 м³/га, що у 5,5 раза менше, ніж у разі застосування гусеничних тракторів.

Ключові слова: мобільна канатна установка, природне поновлення, ґрунтова поверхня зрубів, лісівничо-екологічна ефективність.

Вступ. До технологічних процесів первинного транспортування деревини пред'являються вимоги не тільки з позицій ефективності та безпеки, але й екологічності. Застосування гусеничних або колісних лісопромислових тракторів та лісових машин на їх базі не може забезпечити ефективне освоєння важкодоступних лісосік, наявних у гірських лісах, що пов'язано зі складними

рельєфними і ґрунтово-гідрологічними умовами, а також слаборозвинутою дорожньою мережею в лісових масивах [1-3]. Тому використання канатних лісо-транспортних установок є одним із перспективних шляхів підвищення екологічної безпеки гірських лісозаготівель. Останнім часом у розвинених лісопромислових країнах світу значного поширення набули мобільні канатні установки, які мають істотні переваги перед стаціонарними канатними системами. Нині створено типорозмірний ряд мобільних канатних установок, що дає змогу їх використовувати в різноманітних природно-виробничих умовах як у гірських, так і в рівнинних лісах [4-8]. Класифікація таких установок, основні конструктивні параметри та особливості технологічних процесів із їх застосуванням представлені в рекомендаціях, розроблених УкрНДДігрліс на основі проведених досліджень [9, 10]. Головною їх перевагою є низькі затрати часу на монтаж і демонтаж завдяки самохідному чи мобільному приводу, оснащеному технологічним устаткуванням. До того ж, застосовувані раніше стаціонарні канатні установки в умовах істотного зменшення площ лісосік та обсягу деревини, що заготовлюється на одній лісосіці, втратили своє домінуюче значення.

На державному підприємстві "Славське лісове господарство", розташованому в гірській частині Львівської обл., вже більше десяти років успішно працює на трелюванні деревини мобільна канатна установка Larix-3T, сконструйована і виготовлена дослідним лісовим підприємством Мендельського університету в Брно (Чехія) [11, 12]. Це канатна установка навісного типу, конструкція якої передбачає монтаж технологічного устаткування на сільськогосподарський трактор, що забезпечує значні переваги в плані пересування по пересіченій місцевості й істотно знижує вимоги до місця її установки на лісосіці. Зазвичай використовується трактор ZETOR відповідної потужності, який має високу прохідність і маневреність, що дає змогу забезпечувати швидке перебазування і монтаж канатної системи. Крім трактора, така установка включає в себе: шоглу; канатно-блокове оснащення, яке призначене для трелювання стовбурів або сортиментів від місця звалювання до навантажувального пункту; привід лебідки, необхідний для руху канатів; каретку зі стропами для чокування колод; системи дистанційного управління і контролю для підвищення продуктивності та зниження травматизму. Конструкція установки передбачає можливість транспортування лісоматеріалів у підвішеному або півпідвішеному стані як вгору, так і вниз схилу, а також по рівнинній місцевості. Установка може працювати на суцільних або вибіркових рубках. На рис. 1 зображено технологічну схему її монтажу на лісосіці. Основні технічні показники Larix-3T, яка працює в ДП "Славське лісове господарство", подано в табл. 1.

Канатна установка оснащена кареткою KOS-3 чеського виробництва, вантажопідйомність якої 3 т, а вага 245 кг. Управління подачею гака із чокарами здійснюється за допомогою допоміжного каната. На ДП "Славське лісове господарство" установка Larix-3T працює у складі комплексної лісозаготівельної бригади, яка оснащена ще й трелювальним трактором. Це пов'язано з тим, що після спуску деревини канатною установкою необхідне подальше її трелювання до навантажувальних пунктів, розташованих уздовж лісових автодоріг.

¹ УкрНДДігрліс ім. П.С. Пастернака, м. Івано-Франківськ;

² директор ДП "Славське лісове господарство"

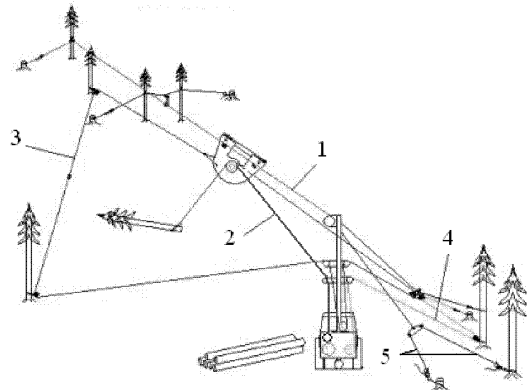


Рис. 1. Технологічна схема монтажу Larix-3Т на лісосіці: 1) несний канат; 2) допоміжний канат; 3) тягово-вантажопідійомний канат; 4) компенсаторна система; 5) розтяжки

Табл. 1. Технічна характеристика Larix-3Т

Найменування параметрів	Величина
Базовий трактор	ZETOR 9641
Максимальна віддаль трелювання, м	650
Максимальна вантажопідійомність, т	3,0
Висота щогли, м:	
- в робочому положенні	7,5
- в транспортному положенні	3,8
Довжина несучого каната, м	650
Діаметр несучого каната, мм	18
Довжина тягово-вантажопідійомного канату, м	1625
Діаметр тягово-вантажопідійомного канату, мм	12,5
Довжина допоміжного каната, м	1600
Діаметр допоміжного каната, мм	5
Максимальна віддаль підтрелювання, м	до 90
Швидкість намотування каната, м/с:	
- з вантажем	2,2
- без вантажу	4,5

Об'єкти і методика досліджень. Експериментальні польові дослідження із вивчення лісівничо-екологічної оцінки впливу мобільної канатної установки Larix-3Т на лісове середовище проводилися на лісосіках суцільного рубання у Тухлянському лісництві зазначеного вище підприємства, де заготівля деревини здійснювалася із застосуванням цієї техніки. Загальний вигляд канатної установки, змонтованої на гірському схилі, представлено на рис. 2. Об'єкти досліджень представлені чистими ялиниками першого бонітету. Всі вони знаходяться в типі лісу вологої буково-ялицевої сурамені. Лісівничо-таксаційну характеристику ділянок, на яких проводились дослідження, представлено в табл. 2.

Дослідження проведені відповідно до прийнятих в Україні методик і полягали у встановленні ушкоджень підросту і ґрунтової поверхні на лісових ділянках після завершення циклу лісосічних робіт.



Рис. 2. Загальний вигляд змонтованої канатної установки Larix-3Т

Табл. 2. Лісівничо-таксаційна характеристика лісосік

№ з/п	Квартал, виділ	Площа, га	Вік, років	Клас бонітету	Відносна повнота	Запас, м ³ /га	Експозиція, стрімкість, °	Період обстеження
1	18/11	2,4	90	I	0,7	530	ПдСх, 20	рік рубки
2	31/19	3,0	70	I	0,7	460	Пн, 30	рік після рубки
3	12/24	3,9	65	I ^в	0,7	610	ПдСх, 30	рік рубки
4	18/11	2,4	90	I	0,7	530	ПдСх, 20	два роки після рубки
5	15/34	1,1	75	I	0,8	540	ПдЗх, 19	рік рубки
6	14/39	3,3	55	I ^д	0,5	360	ПдЗх, 25	рік рубки

Заміри із встановлення ступеня пошкодження природного поновлення та ґрунтової поверхні у процесі рубання проводилися на трьох лініях, розташованих упоперек схилу в нижній, середній та верхній частинах зрубу. На кожній лінії закладено 15-25 облікових площадок розміром 2×2 м, розташованих рівномірно одна від одної. Чисельність підросту на зрубках встановлено шляхом його переліку на облікових ділянках та переведення на 1 га площі. Під час оцінювання природного поновлення встановлено його висотну структуру, густоту, розподіл по площі (трапляння), стан та ступінь збереження. За висотою підріст всіх порід поділявся на такі групи: дрібний – до 0,5 м; середній – 0,6-1,5 м та великий – 1,5-2,5 м. Молодняк висотою 2,6-5,0 м і діаметром до 6 см, який підлягав збереженню, враховували разом із великим підростом [13, 14].

За розподілом по площі природне поновлення залежно від трапляння поділялося на 4 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 зімкнутого підросту). Під траплянням сходів і підросту прийнято відношення кількості площадок з особинами господарсько-цінних порід до загальної кількості облікових площадок на зрубі, виражене у відсотках [15].

За ступенем пошкодження підріст поділявся на непошкоджений, слабо та сильно пошкоджений і знищений. До непошкодженого підросту відносилися підріст без ознак травмування. До слабких пошкоджень відносилися такі, що не призведуть до істотного зниження життєдіяльності особин, а в майбутньому – до зниження технічної якості дерев: обшморгування крони менше 1/3 її довжини й обдирання кори стовбурця шириною менше 20 % його діаметра. До сильно пошкоджених відносилися особини, у яких пошкодження можуть спричинити порушення їх життєдіяльності із істотною ймовірністю загибелі або з вадами, що в майбутньому можуть призвести до формування дров'яних стовбурів: обшморгування крони понад 1/3 її довжини, обдирання кори стовбурця шириною більше 20 % по його периметру, злам верхівки і частковий відрив кореневої системи. Знищений підріст включав особини із зламаним стовбурцем або повним відривом кореневої системи.

Для встановлення пошкодження ґрунтової поверхні на облікових площах фіксувався стан ґрунту з розподілом за певними категоріями. При цьому використано методичні підходи, викладені в [16, 17].

Результати дослідження. У процесі проведення польових досліджень основна увага зосереджувалася на встановленні кількісного і якісного стану природного поновлення після рубання. У середньому на зрубках встановлено наявність 5,5 тис. шт./га підросту, з якого 87,3 % належить господарським цінним породам. При цьому ялина європейська, як головна типотвірна порода, становить лише четверту частину – 1,5 тис. шт./га. Бук і ялиця представлені майже на всіх ділянках незначною кількістю (0,4-0,7 тис. шт./га), підтверджуючи таким чином наявний тип лісу. Серед спектра деревних видів спостерігається значна (40 %) присутність явора, який з'являється у складі переважно в наступні роки після рубання. У цей же період починають відновлюватися інші другорядні породи, зокрема верба козяча і горобина. На окремих зрубках спостерігалася невелика кількість природного поновлення. Тому для аналізу його стану після проведення лісосічних робіт задіяні тільки три ділянки, на яких природного поновлення було відносно достатньо для отримання достовірної лісівничої оцінки. Інформацію про стан підросту на зрубках представлено в табл. 3.

Табл. 3. Кількісний та якісний стан підросту на зрубках

№ ділянки	Всього підросту, тис. шт./га	З них пошкоджено	В тому числі пошкоджено		
			слабо	сильно	знищено
1	7,05	0,9	0,25	0,4	0,25
		12,8	27,8	44,4	27,8
2	13,0	1,7	0,2	0,8	0,7
		13,1	11,8	47,1	41,1
5	5,6	1,2	0,6	0,25	0,35
		21,4	50,0	20,8	29,2
Середнє зважене значення	9,6	1,3	0,3	0,5	0,5
		13,5	23,1	38,4	38,5

Примітка: в чисельнику – кількість підросту (тис. шт./га), у знаменнику – % підросту.

За наявної середньої кількості 9,6 тис. шт./га природного поновлення до рубання, під час проведення лісосічних робіт було пошкоджено 1,3 тис. шт./га

або 13,5 %. Фактично, з числа пошкодженого підросту 76,9 % травмовано до ступеня припинення росту. Сюди відносяться особини зі сильними пошкодженнями і ті, які знищені у процесі рубання. Знищений підріст переважно представлений перерослими екземплярами, які перебували під трасою канатної установки. Під час півпідвісного трелювання канатною установкою деревина, торкаючись поверхні зрубу, спричиняла сильні пошкодження стовбурця, а в багатьох випадках – його злами і вивертання кореневої системи. Крім цього, значна частина підросту опинилася під лісосічними залишками, де невдовзі він гине. Тому, під час застосування мобільної канатної установки з наявним на лісосіці життєздатним підростом, важливим аспектом є використання раціонального способу укладання лісосічних залишків. З позицій збереження підросту лісосічні залишки краще укладати у вали впоперек схилу через певну відстань між ними.

Ступінь пошкодження природного поновлення поза трасою канатної установки значно залежить від складності рельєфу, інтенсивності контакту підтягнутої деревини з підростом та дотримання чинних лісівничих і технологічних вимог до проведення лісосічних робіт. Внаслідок досліджень встановлено, що підріст переважно пошкоджується під трасою канатної установки і поблизу неї, а також у місцях перепаду рельєфу по трасі. Як і за інших способів наземного трелювання, так і під час півпідвісного трелювання менше пошкоджується категорія дрібного підросту. Він більш пластичний до механічного впливу і травмується під час рубання в незначних обсягах. Найбільше пошкоджується великорозмірний підріст (50-100 %), який внаслідок проведення робіт з очищення лісосіки переважно вирубується. Враховуючи те, що на розглянутих об'єктах попереднє відновлення здебільшого представлено дрібним підростом (72 %), можна зробити висновок, що саме ця категорія буде природною основою для зарощування площ, пройдених суцільними рубаннями.

Узагальнені результати стану ґрунту на ділянках, освоєних із застосуванням мобільної канатної установки Latix-3T, наведено в табл. 4.

Табл. 4. Стан поверхні ґрунту на зрубках

№ ділянки	Не порушена	Категорія стану поверхні ґрунту, %			Обсяг ерозії ґрунту, м ³ /га	
		мінералізована до 5 см	пошкоджена на глибину, см			
			6-10	більше 10		
1	81,1	11,3	1,3	1,0	5,3	32
2	86,5	7,0	0,5	0,8	5,2	25
3	81,4	7,8	0,5	5,4	4,9	116
4	98,4	1,2	0,4	-	-	3
5	74,4	17,1	1,6	1,3	5,6	44
6	59,6	16,7	3,5	2,9	17,3	96
Середнє зважене значення	79,8	9,6	1,3	2,4	6,9	61

На обстежених ділянках у середньому зберігається не порушеною 79,8 % площі. На обстежених 1-2-річних зрубках (ділянки 2 і 4) частка не порушеної площі дещо більша – 86,5-98,4 %, ніж на свіжих ділянках. Це зумовлено тим, що за період після рубання мінералізовані ділянки заростають трав'яною рослинністю і на час обстеження вони вже ввійшли в категорію непорушеного ґрунту. Частка мінералізованої поверхні в середньому становила 9,6 %; разом з

тим на свіжих розроблених лісосіках вона значна вища – 16,7-17,1 % (ділянки 5 і 6). Глибинні пошкодження ґрунту займають незначну площу (3,7 %) і переважно зосереджені під трасою канатної установки. Середній обсяг ерозії на зрубках становив 61 м³/га. Позитивним моментом застосування мобільної канатної установки є те, що на зрубках відсутні великі обсяги ерозійних утворень, які характерні для тракторних волоків. Тому обсяг ерозії набагато менший, ніж за умови використання трелювальних тракторів [18].

Дослідженнями встановлено, що на стрімких ділянках зрубів спостерігається наявність великого обсягу наносів з листя, гілок і дрібних каменів. Так, зокрема на свіжому зрубі (ділянка 6) площа під наносами, переважно з гілок, становила 17,3 %.

Висновки. Завдяки освоєнню гірських лісосік із застосуванням мобільної канатної установки Larix-3T знижується ступінь пошкодження підросту й істотно зменшується площа пошкодження ґрунтового покриву, порівняно з тракторним трелюванням. На зрубках у середньому зберігається 86,5 % наявного підросту, а порушена площа становить 21,2 %. При цьому порушення ґрунту глибиною більше 6 см спостерігається лише на 3,7 % від загальної площі зрубів. Обсяг експлуатаційної ерозії становить 60 м³/га, що в 5,5 разів менше, ніж під час застосування гусеничних трелювальних тракторів. Особливо варто відзначити відсутність необхідності влаштування трелювальних волоків, які в гірських умовах є основними осередками експлуатаційної ерозії і істотно впливають на гідрологічний режим лісових територій.

Література

1. Коржов В.Л. Дослідження лісівничо-екологічної ефективності тракторного трелювання в гірських лісах / В.Л. Коржов, В.С. Кудра, Р.М. Вітер // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2006. – Вип. 30. – С. 49-54.
2. 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). – Pp. 333-340.
3. На горных склонах. [Электронный ресурс]. – Доступный с <http://mohud.info/mohud-article/article/na-gomykh-sklonakh/>
4. Адамовський М.Г. Підвісні канатні лісотранспортні системи : навч. посібн. / М.Г. Адамовський, М.П. Мартинців, Й.С. Бадера. – К. : Вид-во ІЗМН, 1997. – 156 с.
5. Сабадырь А.И. Мобильные канатные лесотранспортные системы / А.И. Сабадырь, В.Л. Коржов // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2004. – № 9. – С. 20-24.
6. Сабадырь А.И. Мобильні канатні лісотранспортні системи: їх основні типи та застосування в Україні / А.И. Сабадырь, В.Л. Коржов // Лісовий і мисливський журнал. – 2005. – № 1. – С. 16-19.
7. Коржов В.Л. До питання класифікації канатних лісотранспортних систем / В.Л. Коржов, В.С. Кудра // Наукові основи ведення сталого лісового господарства : матер. Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю з дня народження П.С. Пастернака. – Івано-Франківськ. – 2005. – С. 146-149.
8. Коржов В.Л. Конструктивно-технологічні особливості мобільних канатних лісотранспортних установок вмонтованого типу / В.Л. Коржов, В.С. Кудра // Промислова гідраліка і автоматика. – 2010. – № 3 (29). – С. 18-20.
9. Рекомендації із застосування мобільних канатних лісотранспортних установок / В.Л. Коржов, В.С. Кудра, І.Д. Гріджук Затв. Наук.-техн. радою Держкомлісгоспу України (протокол № 2 від 30.10.2006 р.). – Івано-Франківськ: 2006. – 35 с.
10. Оцінка впливу технологій лісозаготівель із застосуванням різних типів мобільних канатних установок на лісові екосистеми. Звіт про НДР (заключний). Український науково-дослідний ін-т гірського лісівництва. № держреєстрації 0103U007119; – Івано-Франківськ, 2005. – 192 с.

11. Канатная дорога Larix-3T. [Электронный ресурс]. – Доступный с <http://www.slpkrtny.cz/ru/ieel-l-r-al-nleuii-nu/el-i-l-errci/el-i-l-erric/larix-3t/>.
12. Новые технологии на склонах Карпат. [Электронный ресурс]. – Доступный с http://www.promwood.com/de/lesovodstvo/zaschyta_lesa/2068.html.
13. 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. : Изд-во "НАУКА", 1984. – 24 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. Кудра В.С. Зустрічність підросту як показник успішності відновлення лісу / В.С. Кудра / Матеріали міжнародної ювілейної наукової конференції, присвяченої 75-ти річчю із дня заснування УкрНДЛПГА (30-31 березня 2005 р.). – Харків : Вид-во УкрНДЛПГА, 2005. – С. 142-145.
16. Поляков А.Ф. Влияние главных рубок на почвенно-защитные свойства буковых лесов : монография / А.Ф. Поляков. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1965. – 174 с.
17. Кудра В.С. Пошкодження ґрунту на гірських лісозаготівлях як фактор впливу на лісове середовище / В.С. Кудра // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДЛПГА, 2008. – Вип. 114. – С. 115-119.
18. Библиок Н.И. Лесозаготовки в Карпатах: экологические проблемы и пути их решения / Н.И. Библиок, О.А. Стыранивский, В.Л. Коржов, В.С. Кудра // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2008. – № 2. – С. 76-81.

Коржов В.Л., Кудра В.С., Кокоць Ю.С. Лесоводственно-экологическая эффективность применения мобильной канатной установки Larix-3T

Представлены результаты исследований по оценке влияния лесосечных работ с применением мобильной канатной установки Larix-3T на естественное возобновление и ґрунтовую поверхность. Исследования проведены на опытных участках, расположенных в Сколевских Бескидах. Установлено, что при использовании Larix-3T в среднем сохраняется 86,5 % подроста, а поврежденная почва составляет 21,2 %. При этом повреждения почвы глубиной более 6 см наблюдаются только на 3,7 % площади. Объем эксплуатационной эрозии становит 61 м³/га, что в 5,5 раза меньше, чем при применении гусеничных трелювальных тракторов.

Ключевые слова: мобильная канатная установка, естественное возобновление, ґрунтовая поверхность вырубок, лесоводственно-экологическая эффективность.

Korzhov V.L., Kudra V.S., Kokots Yu.S. Silvicultural and Ecological Efficiency of the Utilization of the Mobile Cableway Larix-3T

The results of studies evaluating the effect of logging using mobile cableway Larix-3T on natural regeneration and ground surface are presented. The study was conducted in the experimental plots, located in the Skole Beskydy Mountains. When using Larix-3T, on average, 86,5 % undergrowth are available, and unbroken ground consist of 21,2 %. A soil disturbance more of 6 cm depth is available only on 3,7 % of the area. The volume of erosion operational is 61 м³/hectare, that is 5,5 times less than in the case of the trail caterpillar tractors.

Key words: mobile cableway, natural regeneration, ground surface, silvicultural and ecological efficiency.

УДК 627.8 Доц. О.С. Мачуга, канд. фіз.-мат. наук – НЛТУ України, м. Львів

НАТУРНІ ВИМІРЮВАННЯ ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОСПОРУД НА МАЛИХ РІКАХ В УКРАЇНІ

Процеси використання та перетворення енергії річкових потоків у господарських цілях пов'язуються із спорудженнями гребель, дамб, влаштуванням водосховищ – природних акумуляторів енергії. Для виявлення особливостей будови успішно експлуатованих гідроспоруд виконано натурні вимірювання геометричних параметрів значної кількості гребель, визначено параметри навантаженості гідроспоруд. Запропоновано