

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://mshud.info/mshud-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. Библиотек Н.И. Лесозаготовки в Карпатах: экологические проблемы и пути их решения / Н.И. Библиотек, 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

критерій довготривалої експлуатації гідроспоруди. Наведено значну кількість числових, графічних даних та фотофіксацій.

Ключові слова: гідроспоруди, геометричні параметри гребель, критерій довготривалої експлуатації.

Вступ. Протягом усієї історії цивілізації людина використовувала енергію безнапірного руху води річковими потоками для своїх господарських потреб: доставка питної води системами відкритих водогонів з акведуками, сплавляння різноманітних вантажів, приведення до обертання водяних коліс з подальшим використанням механічної енергії у приводах ремісничого обладнання – млинів, тартаків, сукновалень, кузень, маслобосень тощо [1, 2]. Із становленням науково-технічного прогресу певна частина електроенергії почала вироблятися на гідроелектростанціях.

Формування заходів для відбору та використання енергії річкового потоку пов'язується зазвичай із будівництвом гідроспоруд, які зумовлюють трансформацію кінетичної енергії потоку води в потенційну енергію водосховища, яке, фактично, є природним акумулятором механічної енергії. Гідроспоруди, збудовані з достатнім запасом надійності, забезпечують дозоване використання цієї енергії та призначені водночас для забезпечення інших важливих потреб: водозбору, водорегулювання, рекреації тощо. Однак не врахування під час спорудження гребель та дамб усіх факторів, що забезпечують міцність, надійність, а також довготривалість експлуатації системи "гідроспоруда – водосховище – річковий потік", може призвести до перевищення сумарних енергетичних чинників річкового потоку та водосховища над опірністю гідроспоруди. У такому випадку гребля може зруйнуватись, що стається зазвичай під час паводків та повеней, коли зазначені енергетичні чинники досягають максимальних значень. Аварійне вивільнення акумульованої водосховищем енергії спричиняє критичне деформування берегової лінії та значні збитки інфраструктури нижче за течією.

Актуальність проблеми. Вдало збудовані гідроспоруди можуть використовуватись протягом тривалого часу – десятиліть та навіть сотень років. Водночас гідроспоруди, в конструкції яких враховано не всі фактори взаємодії річкового потоку з елементами русла – берегової лінії або дамби, за певних обставин були зруйновані з виникненням значних матеріальних збитків, а часом і людських жертв. Зокрема в 1916 р. було зруйновано протипаводкову греблю Соуш на р. Чорна Десна в Чеських Крконошах – Ізерських горах [3]. Виявлення раніше невідомих критеріїв сталої експлуатації гідроспоруд, використання їх у практиці проектування та будівництва нових гребель і дамб, є важливим господарським завданням.

Попередньо виконано порівняльний аналіз стану гідроспоруд з їх геометричними параметрами, розмірами водосховища і витратою води в меженний період для гідроспоруд на деяких річках України, Польщі, Чехії та Словаччини [4, 5]. Виявлено, що параметри гідроспоруд, які стабільно експлуатувались протягом тривалого часу, задовольняють певні обмеження [6], математичне формулювання яких передбачалось уточнити після аналізу достатньої кількості гідроспоруд.

Наведено результати натурних вимірювань та камерального аналізу геометричних та витратних характеристик 54 гребель річок України та окремих країн Центральної Європи, отримані головним чином під час експедицій автора протягом 2008-2014 рр., деякі дані отримано з мережі Інтернет. Опрацювання та уточнення частини даних (визначення довжин і площ) відбувалось завдяки використанню програмних засобів Google Earth та Google Earth Pro. Світлина в дослідженні належать автору.

Основний виклад. Раніше запропоновано [5] розглядати такі відносні геометричні параметри системи "гідроспоруда – водосховище – річковий потік": коефіцієнт відносного статичного навантаження гідроспоруди водосховищем – $K_{CT} = V_{ВД} / V_{Г}$; коефіцієнт відносного динамічного навантаження гідроспоруди водосховищем у меженний період – $K_{Д} = Q_0 / V_{Г}$; коефіцієнт змінності $K_{З} = Q_0 / V_{ВД}$, який вказує яку частку об'єму водосховища становить секундна витрата води $Q_0 = Q \cdot 1 \text{ с}$, а також коефіцієнт запасу стабільності гідроспоруди $\zeta = (H_{Г} - H) / H$. Тут використано такі позначення: $V_{ВД}, V_{Г}, Q, H_{Г}, H$ – відповідно об'єм водосховища та греблі, витрата води в меженний період, висота греблі та напір води. Методику визначення зазначених вище величин обґрунтовано в роботі [7]. Поряд із перерахованими параметрами пропонується запровадити комплексний параметр $K = K_{CT} \cdot K_{Д}$, який враховує і статичний, і динамічний вплив водосховища та річкового потоку на гідроспоруду. Виклад матеріалу відповідає етапам експедиційних досліджень.

Протягом 2008 р. здійснено моніторинг 31 греблі. Результати замірів та розрахунків для 22 з них проаналізовано в [4], а для решти 9 гребель – подано в табл. 1, де використано такі позначення: a, b – довжина та ширина греблі; α_1, α_2 – кути нахилу насипу греблі до горизонтальної площини із зовнішньої та внутрішньої відносно сторони водосховища; R, l – ширина та довжина звужуваної частини водосховища; α – середній кут нахилу бокового укосу плоскої частини водосховища до горизонтальної поверхні; $S_{ПЛ}, R_{ПР}$ – площа та приведений радіус плоскої частини водосховища; k – коефіцієнт, запроваджений в роботі [7]; r, h – ширина та глибина річкового потоку поза межами водосховища; $v_{ПОПЛ}, v_{СЕР}$ – швидкість руху поплавка річковим потоком поза межами водосховища та середня швидкість річкового потоку; Q – витрата води в річці на час спостереження (не під час повені); $V_{ПЛ}, V_{ЗВ}, V_{ВД}$ – об'єм води в плоскій, звужуваної частині водосховища та їх сума; $V_{Г}$ – об'єм тіла греблі. Геометричний сенс введених позначень представлено в роботі [7]. У табл. 1 та наступних виділено курсивом гідроспоруди, стан яких незадовільний або аварійний.

У міжвоєнний період (1928 р.) у м. Косові підприємець Осіяш Кауфман збудував електровню [8], про яку на час цього спостереження є лише згадка в архівних матеріалах, залишки гідроспоруди – кам'яні стовпці у заростях кущів і приміщення колишнього машинного залу. Параметри гідроспоруди отримано шляхом графічної реконструкції конфігурації водосховища за відзначками висот залишків греблі.

Табл. 1. Характеристика гідросторуд із моніторингу 2008 р.

№ з/п	Річка, гребля, водосховище	Місцевість	Стан споруди, конструкція	a, b, м			H, м			R, м	I, м	α, °	S _{пл} , м ²	R _{др} , м
				5	6	7	8	9	10					
1	р. Рибниця, електровня	м. Косів Івано-Франківської обл.	зруйнована, залишки стовпців	13	5,0	4,0	3,0	30	25	650	-	-	-	-
2	р. Білий Черемош, електростанція	с. Яблонця Верхівнянського р-ну Івано-Франківської обл.	зруйнована, ам'яно-грунтова на межі руйнування, бетонно-кам'яна	78	6,0	5,5	3,5	50	42	500	30	3300	32,5	
3	р. Свіча, водозабірна гребля лісокомбінату	смт Вигола Івано-Франківської обл.	на межі руйнування, бетонно-кам'яна	110	2,0	4,0	3,5	60	110	670	8	-	-	
4	р. Хомора, водозабір на гребля	с. Першотравенськ Баранівського р-ну Житомирської обл.	бетонно-кам'яна	65	2,0	5,0	2,5	45	30	1500	30	-	-	
5	р. Случ, став млина	с. Остропіль Старокостянтинівського р-ну Хмельницької обл.	добрий, ґрунтова-кам'яна	270	17,0	5,8	3,5	28	97	2100	20	10700	58	
6	притока р. Случ	с. Ладиги Старокостянтинівського р-ну Хмельницької обл.	добрий, ґрунтова	370	12,5	3,5	2,0	30	-	-	10	41600	115	
7	р. Пłosка, Царське оз.	м. Хмельницький	добрий, ґрунтова	260	13,0	5,0	3,5	30	-	-	8	300300	309	
8	р. Півд. Буг, міський став	м. Хмельницький	добрий, ґрунтова-кам'яна	422	17,5	5,5	3,0	30	-	-	5	703200	473	
9	р. Гол. Стрипа, міський став	м. Зборів Тернопільської обл.	добрий, ґрунтова	680	5,0	4,0	2,0	30	-	-	10	180500	240	

Табл. 1. Характеристика гідросторуд із моніторингу 2008 р. (продовження)

№ з/п	k	r, м	h, м	V _{полл} , м ³ /с	V _{сепр} , м ³ /с	Q, м ³ /с	V _{пл} , м ³	V _{зв} , м ³	V _{вд} , м ³	V _г , м ³	K _д	K _з	lg V _{вд}	ε	K · 10 ³	lg (K · 10 ³)	Примітки	
																		20
1	-	17	18	19	-	0,45	-	2,52 · 10 ³	2,52 · 10 ⁴	620	40,6	7,3 · 10 ⁴	1,8 · 10 ⁵	4,4	0,33	29,0	1,47	-
2	0,187	20	0,3	2,5	1,88	11,2	9,5 · 10 ³	3,24 · 10 ⁴	4,19 · 10 ⁴	4 500	9,3	2,5 · 10 ³	2,7 · 10 ⁴	4,6	0,57	23,5	1,37	дані до реконструкції, зараз діюча МГЕС 1,2 МВт

Табл. 1. Характеристика гідросторуд із моніторингу 2008 р. (продовження)

1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
3	-	20	0,35	-	15,0	-	9,97 · 10 ⁴	9,97 · 10 ⁴	9,97 · 10 ⁴	1 900	52,5	7,9 · 10 ³	1,5 · 10 ⁴	4,99	0,14	414,8	2,62	-
4	-	30	2,5	0,1	0,075	6,1	-	1,13 · 10 ⁵	1,13 · 10 ⁵	2 300	48,9	2,7 · 10 ³	5,4 · 10 ⁵	5,05	1,00	132	2,12	старий міст демонтовано
5	0,104	22	1,5	0,5	0,38	12,5	3,37 · 10 ⁴	3,39 · 10 ⁵	3,73 · 10 ⁵	4,37 · 10 ⁴	8,53	2,9 · 10 ⁴	3,4 · 10 ⁵	5,57	0,66	2,47	0,39	-
6	0,099	-	-	-	-	0,6	7,23 · 10 ⁴	-	7,23 · 10 ⁴	3,3 · 10 ⁴	2,19	1,8 · 10 ⁵	8,3 · 10 ⁶	4,86	0,75	0,039	-1,41	-
7	0,081	-	-	-	-	0,2	9,7 · 10 ⁴	-	9,7 · 10 ⁴	4,57 · 10 ⁴	21,2	4,4 · 10 ⁶	2,1 · 10 ⁷	5,99	0,43	0,093	-1,03	-
8	0,072	-	-	-	-	9,5	1,96 · 10 ⁶	-	1,96 · 10 ⁶	6,92 · 10 ⁴	28,3	1,4 · 10 ⁴	4,8 · 10 ⁶	6,29	0,83	3,96	0,60	-
9	0,047	-	-	-	-	0,2	3,44 · 10 ⁵	-	3,44 · 10 ⁵	3,25 · 10 ⁴	10,6	6,2 · 10 ⁶	5,8 · 10 ⁷	5,54	1,00	0,07	-1,18	-

Табл. 2. Характеристика гідросторуд із моніторингу 2010 р.

№ з/п	Річка, водосховище	Місцевість	Стан споруди, конструкція	a, b, м			H, м			R, м	I, м	α, °	S _{пл} , м ²	R _{др} , м
				5	6	7	8	9	10					
1	р. Щирка, сільський став	с. Годовиця Пустомитівського р-ну Львівської обл.	задовільний, ґрунтова	170	5,5	4,7	2,6	30	15	170	180	10	46700	122
2	р. Щирка, оз. Гллина Наварія	с. Наварія Пустомитівського р-ну Львівської обл.	задовільний, ґрунтова	180	13,5	9,5	6,3	30	18	-	-	10	742000	486
3	р. Бережниця, лісове озеро	м. Моршин Львівської обл.	задовільний, ґрунтова	140	13	5,5	3,6	35	45	75	-	18	38055	110
4	притока р. Бережниця, міське озеро	м. Моршин Львівської обл.	задовільний, ґрунтова	129	12	4	3	25	25	-	-	20	39450	112
5	р. Луг, Ходорівський став	м. Ходорів Львівської обл.	задовільний, ґрунтова	480	15	6	3	40	25	-	-	15	195660	250
6	р. Свірж, Книгиничівський став	с. Книгиничі Львівської обл.	задовільний, ґрунтова	300	15	2,8	2,2	40	40	-	-	15	1252650	632
7	р. Гнізна, оз. Базаринці	м. Збараж Тернопільської обл.	аварійна, ґрунтова	70	23	6,5	5,2	60	50	-	-	20	191060	247
8	р. Случ, залишки МГЕС	м. Баранівка Житомирської обл.	задовільний, ґрунтова	210	19	6,7	4,5	50	50	52	1500	30	-	-

Табл. 2. Характеристики гідроспоруд із моніторингу 2010 р.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9	р. Видолоч, районна ДАУ	м. Баранівка Житомирської обл.	задовільний, ґрунтова	85	14,5	3,5	2,5	60	30	-	-	15	43400	118
10	р. Хомора, Монастирський став	м. Полонне Хмельницької обл.	задовільний, ґрунтова	66	15	7,4	4,2	15	25	30	1060	20	-	-
11	р. Хомора	с. Новоселиця	задовільний	270	18	5,6	3,8	35	45	-	-	15	276(10)	297
12	р. Хомора	с. Новолабунь	задовільний	200	27	5,7	3,2	25	25	-	-	15	314400	316
13	р. Стрий, Турківська МПЕС	с. Явора Турківського р-ну Львівської обл.	нова, ґрунтово-кам'яна	160	12	5,5	3,2	15	15	50	1375	10	-	-

Табл. 2. Характеристики гідроспоруд із моніторингу 2010 р. (продовження)

№ з/п	k	r, м	h, м	v _{плпл} , м/с	v _{ср} , м/с	Q, м ³ /с	V _{пл} , м ³	V _{зв} , м ³	V _{вд} , м ³	V _Г , м ³	K _{СТ}	K _Д	K _З	lgV _{ВД}	ε	K · 10 ³	lg(K · 10 ³)	Примітки
1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	0,121	4	0,5	0,5	0,38	0,75	1,07 · 10 ⁶	2,95 · 10 ⁶	1,39 · 10 ⁶	8,11 · 10 ⁴	17,0	9,25 · 10 ³	5,44 · 10 ⁶	5,14	0,81	1,57	0,20	автодорога
2	0,074	5	0,5	0,5	0,38	0,94	4,34 · 10 ⁶	-	4,34 · 10 ⁶	6,22 · 10 ⁵	69,7	1,50 · 10 ⁵	2,17 · 10 ⁷	6,64	0,51	1,05	0,02	автодорога
3	0,100	1	0,3	1,0	0,75	0,225	1,24 · 10 ⁵	-	1,24 · 10 ⁵	1,52 · 10 ⁴	8,14	1,48 · 10 ⁵	1,80 · 10 ⁶	5,09	0,53	0,12	-0,92	лішкоднна доріжка
4	0,074	0,3	0,3	1,0	0,75	0,068	1,10 · 10 ⁵	-	1,10 · 10 ⁵	1,06 · 10 ⁴	10,4	6,4 · 10 ⁶	6,2 · 10 ⁷	5,04	0,33	0,07	-1,18	
5	0,045	6	0,5	3,5	2,6	7,9	5,61 · 10 ⁵	-	5,61 · 10 ⁵	7,2 · 10 ⁴	7,79	1,46 · 10 ⁴	1,87 · 10 ⁵	5,75	1,0	1,13	0,053	випуск 1
6	0,013	1,5	0,1	0,5	0,5	0,08	2,72 · 10 ⁶	-	2,72 · 10 ⁶	1,54 · 10 ⁴	176,6	4,87 · 10 ⁶	2,70 · 10 ⁸	6,43	0,27	0,86	-0,065	випуск 2
7	0,058	8,5	1,5	0,3	0,23	2,88	9,37 · 10 ⁷	-	9,37 · 10 ⁷	1,26 · 10 ⁴	74,4	2,29 · 10 ⁷	3,08 · 10 ⁶	5,97	-	17,03	1,23	
8	-	5,2	2,0	3,0	2,25	23,4	-	2,17 · 10 ⁵	2,17 · 10 ⁵	3,47 · 10 ⁴	6,27	6,75 · 10 ⁴	1,08 · 10 ⁴	5,41	0,49	4,29	0,63	бетонна вставка
9	0,08	4	0,3	1,2	0,9	1,08	9,93 · 10 ⁷	-	9,93 · 10 ⁷	5,5 · 10 ⁷	18,1	1,96 · 10 ⁵	1,10 · 10 ⁷	5,0	0,40	35,4	1,55	
10	-	10,0	1,5	0,5	0,38	5,6	-	6,39 · 10 ⁴	6,39 · 10 ⁴	1,79 · 10 ⁴	3,57	3,10 · 10 ⁴	8,76 · 10 ⁵	4,81	0,76	1,11	0,044	потребує ремонту
11	0,048	15	0,5	-	-	5,6	1,00 · 10 ⁶	-	1,00 · 10 ⁶	3,75 · 10 ⁴	26,7	1,49 · 10 ⁴	5,60 · 10 ⁶	6,0	0,47	3,97	0,60	
12	0,038	20	1,2	-	-	5,6	9,68 · 10 ⁵	-	9,68 · 10 ⁵	4,47 · 10 ⁴	21,7	1,25 · 10 ⁴	5,78 · 10 ⁶	5,99	0,78	2,71	0,43	залішки млина
13	-	50	0,25	1,0	0,75	9,4	-	1,143 · 10 ⁷	1,143 · 10 ⁷	3,77 · 10 ⁴	3,03	2,5 · 10 ³	8,2 · 10 ³	5,06	1,03	7,58	0,88	

Табл. 3. Характеристики гідроспоруд із моніторингу 2013-2014 рр.

№ з/п	Річка, водосховище	Місцевість	Стан споруди, конструкція	a, м	b, м	H _Г , м	H, м	α ₁ , °	α ₂ , °	R, м	l, м	α°, м	S _{пл} , м ²	R _{ДР} , м
1	притока р. Ворона, сільський став 1	с. Отинія Івано-Франківської обл.	задовільний, ґрунтова	80	7,0	5,0	3,0	30	30	66	225	15	13650	66
2	притока р. Ворона, сільський став 2	с. Отинія Івано-Франківської обл.	задовільний, ґрунтова	65	9,5	4,5	2,5	30	30	-	-	15	12950	64
3	р. Гунонець, став "Терновиця"	с. Бовлів Івано-Франківської обл.	добрий, ґрунтово-щебенева	2610	11,0	12,5	9,7	30	30	-	-	15	1,33 · 10 ⁷	2060
4	р. Гунонець, став "Терновиця"	с. Терновиця Львівської обл.	задовільний, ґрунтова	208	22,0	9,5	6,5	20	25	-	-	8	5,44 · 10 ⁵	453
5	р. Гунонець, став "Прибичі"	с. Прибичі Львівської обл.	задовільний, ґрунтова	403	25,0	9,0	5,5	20	20	-	-	12	1,17 · 10 ⁶	611
6	р. Мика, став "Папірня"	м. Радомилль Житомирської обл.	задовільний, ґрунтово-кам'яна	220	17,0	4,8	2,9	60	35	-	-	12	1,68 · 10 ⁵	231
7	р. Серет, Тернопільський став	м. Тернопіль	добрий, ґрунтово-кам'яна	740	25,0	10,5	8,0	30	10	-	-	20	2,89 · 10 ⁶	959
8	потік Білий, рибальський ставок	с. Біла Чортківського р-ну Тернопільської обл.	задовільний, ґрунтова	373	4,0	4,2	2,0	30	35	-	-	20	39400	112
9	р. Серет, гребля залізничної станції Чортків	м. Чортків Тернопільської обл.	напівзруйнована, ґрунтова	148	9,5	5,5	2,5	30	25	-	-	20	24000	87,2
10	притока р. Нічлава рибальський став	с. Оришківці Чортківського р-ну Тернопільської обл.	задовільний, ґрунтова	436	14,0	4,7	2,5	30	30	-	-	10	4,14 · 10 ⁵	363

Табл. 3. Характеристики гідроспоруд із моніторингу 2013-2014 рр. (продовження)

№ з/п	k	r, м	h, м	v _{полн} , м/с	v _{сер} , м/с	Q, м³/с	V _{пл} , м³	V _{зв} , м³	V _{вд} , м³	V _г , м³	K _{ст}	K _д	K _з	lgV _{вд}	ξ	K · 10³	lg(K · 10³)	Примітки
1	0,16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	0,170	40	–	–	–	0,03	3,44 · 10 ⁴	2,21 · 10 ⁴	5,65 · 10 ⁴	6,23 · 10 ⁴	9,04	4,80 · 10 ⁶	5,30 · 10 ⁷	4,57	0,67	0,043	-1,37	
2	0,175	–	–	–	–	0,03	2,70 · 10 ⁴	–	2,70 · 10 ⁴	7,59 · 10 ⁴	3,56	3,95 · 10 ⁶	1,11 · 10 ⁶	4,43	0,80	0,014	-1,85	
3	0,018	5	0,15	0,7	0,53	0,39	1,27 · 10 ⁸	–	1,27 · 10 ⁸	1,88 · 10 ⁶	67,4	1,05 · 10 ⁶	1,55 · 10 ⁹	8,10	0,29	0,071	-1,15	головний випуск
3'	–	12	0,25	0,7	0,53	1,58	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Боковий випуск
4	0,102	3,0	0,2	1,0	0,75	0,23	3,77 · 10 ⁶	–	3,77 · 10 ⁶	8,93 · 10 ³	42,3	2,58 · 10 ⁶	6,10 · 10 ⁸	6,58	0,46	0,109	-0,96	
5	0,042	2,5	0,1	1,0	0,75	0,09	6,07 · 10 ⁶	–	6,07 · 10 ⁶	1,80 · 10 ³	33,7	5,00 · 10 ⁷	1,48 · 10 ⁸	6,78	0,46	0,017	-1,77	
6	0,059	–	–	–	–	2,5	4,58 · 10 ⁵	–	4,58 · 10 ⁵	2,30 · 10 ⁴	19,9	1,48 · 10 ⁴	7,42 · 10 ⁶	5,66	0,66	2,95	0,47	випуск 1
7	0,023	2,0	1,2	0,1	0,075	8,0	2,26 · 10 ⁴	–	2,26 · 10 ⁴	4,96 · 10 ³	45,6	1,61 · 10 ³	3,54 · 10 ⁷	7,35	0,31	0,734	-0,134	випуск 2
8	0,049	–	–	–	–	0,05	7,50 · 10 ⁴	–	7,50 · 10 ⁴	1,67 · 10 ⁴	4,49	3,00 · 10 ⁶	6,67 · 10 ⁷	4,87	2,1	0,015	-1,87	26.04.2014 р.
9	0,142	–	–	–	–	9,0	9,34 · 10 ⁴	–	9,34 · 10 ⁴	3,84 · 10 ⁴	24,3	2,30 · 10 ³	9,60 · 10 ⁵	4,97	0,22	55,9	1,75	26.04.2014 р.
10	0,037	1,2	0,3	0,7	0,53	0,2	9,98 · 10 ⁴	–	9,98 · 10 ⁴	4,54 · 10 ⁴	22,0	4,40 · 10 ⁶	2,00 · 10 ⁷	6,00	0,88	0,968	-0,014	26.04.2014 р.



світлина 1



світлина 5



світлина 2



світлина 6



світлина 3



світлина 7



світлина 4



світлина 8



світлина 9



світлина 13



світлина 10



світлина 14



світлина 11



світлина 15



світлина 12



світлина 16



світлина 17



світлина 21



світлина 18



світлина 22



світлина 19



світлина 23



світлина 20



світлина 24

Для забезпечення електроенергією частини гірських районів Івано-Франківської та Чернівецької областей поблизу села Яблуниця на р. Білий Черемош у 50-х роках ХХ ст. було збудовано малу гідроелектростанцію (МГЕС) з відкритим дериваційним каналом. За словами місцевих мешканців, промерзання води в цьому каналі в зимовий період було причиною нерегулярної роботи МГЕС, зниження рівня її технічного обслуговування, що й призвело до руйнування греблі, залишки якої зображено на світліні 1. Сьогодні відновлено МГЕС із греблею.

Ресурс водозбірних гребель на р. Свіча та на р. Хомора (позиції 3, 4 табл. 1 та світліни 2, 3) практично вичерпані, збереглися лише частини основних конструктивів. Грунтово-кам'яна гребля (світлина 4) на р. Случ у місці її злиття з притокою – р. Гусак – формує містечковий став, який забезпечував млин гідроенергією. Гребля добре збереглась, незважаючи на те, що млин (колись він належав предкам автора) спочатку перевели на електропривід, а потім зруйнували. У доброму стані греблі господарського ставу в с. Ладиги (світлина 5), рибальського ставу Царське озеро (світлина 6), міського рекреаційного ставка в м. Хмельницькому (світлина 7).

У 2010 р. виконано моніторинг 13 гідроспоруд, основні характеристики яких подано у табл. 2. Лише одна гребля (позиція 7 табл. 2) знаходиться у незадовільному стані. На р. Щирка у Львівській обл. каскадом влаштовано декілька гребель, зокрема у с. Годовиця (світлина 8) поблизу руїн католицького храму, де колись знаходився іконостас зі скульптурними фрагментами Пінзеля. Нині, за словами сільського голови Басівсько-Годовицької селищної ради, цей став спущено для розчищення дна. У с. Наварія розташована технічна водойма Львівської електростанції, зараз ТЕЦ 1 – Глинна Наварія [9]. На світліні 9 зображено загальний вигляд греблі з приміщенням охорони.

Гребля лісового озера в м. Моршин під час повені у 2008 р. була зруйнована, що спричинило значні матеріальні збитки. До причин аварії відноситься занадто велика для цієї греблі площа водозабору р. Бережниця у гірській місцевості з околиць г. Сукіль, як це слідує із гідрогеологічного звіту, виконаного фахівцями проектного інституту Діпрокомунбуд м. Львова. Після реконструкції (світлина 10) надійність функціонування греблі значно підвищилась.

Стабільно експлуатуються дамба міського озера м. Моршин (світлина 11), гребля Ходорівського ставка (світлина 12).

Територією Житомирської та Хмельницької областей протікають річки Случ та Хомора із значною кількістю гідроспоруд та водойм. Зокрема у м. Баранівка (світлина 13) гребля МГЕС стабільно функціонує дотепер, незважаючи на те, що електростанція давно виведена з ладу, а її обладнання та будівля знищені. На подальших світлинах подано фотофіксацію деяких гідроспоруд цього регіону: гребля в м. Баранівка на р. Видолоч, притоці р. Случ (світлина 14), гребля монастирського ставу в м. Полонне (світлина 15), ставки в с. Новоселиця (світлина 16) та с. Новолабунь (світлина 17).

Будова МГЕС у с. Явора (світлина 18) виникла завдяки реалізації програми впровадження малої гідроенергетики. У 2013-2014 рр. виконано моніторинг десяти гідроспоруд (табл. 3), стан однієї з них класифікується як незадо-

вільний (позиція 9 табл. 3). На світліні 19 – гребля одного з трьох малих сільських ставів у с. Отинія, який призначений для відпочинку та рибальства. Протилежна за масштабом – гребля водосховища Бурштинської ТЕС [10], збудованого в 1964 р.; головний випуск подано на світліні 20. Водосховище заповнювалось водою р. Гнила Липа та її притоків близько півроку. Два рекреаційно-рибальські ставки із греблями на р. Гноянець (світліни 21, 22) були опрацьовані разом із студентом – бакалавром Р. Шкраб'яком.

Створення Папірнянського ставка в м. Радомишль Житомирської обл. (світлина 23) пов'язане з будівництвом папірні, яка постачала папір до Києво-Печерської лаври. Зараз тут рекреаційна зона з екоготелем, рестораном та унікальним музеєм української ужиткової ікони (понад 5 тис. експонатів), створена відомим лікарем та громадським діячем п. Оленою Богомолець. На світліні 24 зображено стан напівзруйнованої греблі біля залізничної станції Чортків на р. Серет. У [11] подано цікаву інформацію стосовно греблі та навігації на міському ставі в м. Тернопіль.

З метою систематизації усіх отриманих числових даних та виконання їх порівняльного аналізу виконано графічне будівництво параметрів гідроспоруд на координатній площині $K-0-\lg(V_{ВД}^0)$ у відповідному масштабі, $V_{ВД}^0$ – безрозмірний об'єм водосховища. Зірочками позначено параметри гідроспоруд, стан яких визначено як аварійний або незадовільний (рис. а-в).

З аналізу отриманих результатів видно, що параметри $K_{СТ}$ утворюють на координатній площині таку множину точок, що можливо припустити існування віртуальної кривої

$$K_{СТ}^* = K_{СН}^* \left(\lg(V_{ВД}^0) \right), \quad (1)$$

яка відділяє область параметрів стабільно експлуатованих гребель від області параметрів гребель аварійних та в незадовільному стані. Точки параметрів успішно експлуатованих гідроспоруд знаходяться під цією кривою, а пошкоджених чи зруйнованих – над нею. Попередньо було запропоновано [6] використовувати цю обставину як додаткову умову для розрахунку і проектування нових гребель. Коли значення параметра для окремої греблі значно менше, аніж величина $K_{СТ}^*$ кривої (1) для такого ж об'єму водосховища, запас стабільності гідроспоруди є надлишковим. Будівництво такої греблі пов'язується із виконанням надмірної кількості земляних робіт і, як наслідок, невиправданим подорожчанням будівництва. Рациональним вважається визначення аналітичного виразу емпіричної кривої

$$K_{СТ}^P = K_{СТ}^P \left(\lg(V_{ВД}^0) \right), \quad (2)$$

що усереднено охоплює точки параметрів успішно експлуатованих гідроспоруд та використаня отриманої таким чином залежності (2) для проектування нових об'єктів. Аналогічний підхід пропонується і для коефіцієнта динамічного навантаження $K_{Д}$.

Окремо проаналізовано величини комплексного коефіцієнта K . На базі моніторингованих гідроспоруд можна стверджувати, що достатньою умовою стабільності експлуатації гребель (рис. в) є нерівність $\lg(K \cdot 10^3) < 1,0$, яку можна подати так:

$$\lg\left(\frac{V_{ВД}}{V_r} \cdot \frac{Q \cdot 1сек}{V_r} \cdot 10^3\right) < 1,0 \quad (3)$$

та використовувати надалі для розрахунку, проектування і спорудження нових гідроспоруд з огляду на довготривале стабільне її функціонування.

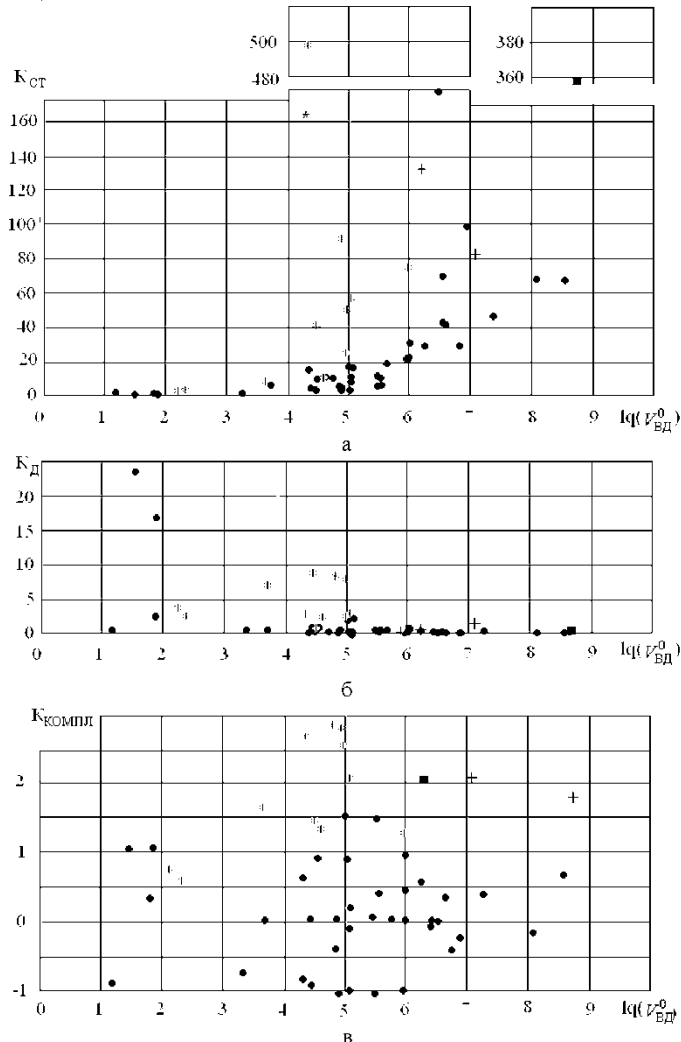


Рис. Параметри навантаження гідроспоруд: а) статичне, б) динамічне, в) комплексне. Точка відповідає стабільно функціонуючій греблі, зірочка – аварійній, хрестик – греблі на реконструкції, прямокутник – залізобетонній

Висновки. На підставі натурних спостережень та камерального аналізу отримано деякі характеристики стабільно функціонуючих та пошкоджених гідроспоруд. Виявлено критерій довготривалої експлуатації системи "гідроспоруд"

да – водосховище – річковий потік", який накладає обмеження на геометричні та витратні характеристики елементів цієї системи. Передбачається за доцільне використання таких обмежень для проектування нових гідроспоруд.

Література

1. Гошко Ю.Г. Народна архітектура українських Карпат XV-XX ст. / Ю.Г. Гошко, Т.П., Кішук, І.Р. Могитич, М.П. Федака. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1987. – 272 с.
2. Історія Гуцульщини / за ред. М. Домашевського, Н. Билюка. – Львів : Вид-во "Логос". – 1999. – Т. IV. – 572 с.
3. Билюк Н.І. Небезпечні стихійні явища в Карпатах: Причини виникнення та шляхи їх мінімізації / Н.І. Билюк, І.П. Ковальчук, О.С. Мачуга // Наукові праці Лівівської академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 6. – С. 105-119.
4. Мачуга О.С. Порівняльний аналіз стану та параметрів навантаженості гідроспоруд гірських річок / О.С. Мачуга // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.5. – С. 71-80.
5. Мачуга О.С. Параметри навантаженості та паводкової стійкості гідроспоруд гірських річок / О.С. Мачуга, Н.В. Шевченко // Промислова гідраліка і пневматика : зб. наук. праць. – 2010. – Вип. 3(29). – С. 14-17.
6. Билюк Н.І. Науково-технічні аспекти запобігання негативному впливові господарської діяльності на довкілля / Н.І. Билюк, О.А. Стиранівський, О.С. Мачуга // Промислова гідраліка і пневматика : зб. наук. праць. – 2010. – Вип. 1(27). – С. 3-9.
7. Мачуга О.С. Методика дослідження геометричних характеристик гідротехнічних споруд та водосховищ / О.С. Мачуга // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 200. – Вип. 20.11. – С. 67-70.
8. Хронологія Косова. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://kosivlibrary.if.ua/2010/05/02/67/>
9. Історія електрифікації Львівщини. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.loe.lviv.ua/ua/krok_v_istoriju/istoriya_elektryfikatsiyi_lvivschyny
10. Бурштинське море. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://burshtyn.br.if.ua/History/20Character3.htm>.
11. Тернопільський став. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://uk.wikipedia.org/wiki/Тернопільський_став.

Мачуга О.С. Натурные измерения и сравнительный анализ параметров гидросооружений на малых реках в Украине

Процессы использования и преобразования энергии речных потоков в хозяйственных целях связываются с сооружением плотин, дамб, устройством водохранилищ – природных аккумуляторов энергии. Для выявления особенностей строения успешно эксплуатируемых гидросооружений выполнены натурные измерения геометрических параметров значительного количества плотин, определены параметры нагруженности гидросооружений. Предложен критерий длительной эксплуатации гидросооружения. Приведено значительное количество числовых и графических данных, фотофиксаций.

Ключевые слова: гидросооружения, геометрические параметры плотин, критерий длительной эксплуатации.

Machuga O.S. Natural Measurement and Comparative Analysis of the Hydraulic Structures Parameters on the Small Rivers in Ukraine

The processes of river flows energy usage and conversion for commercial purposes are connected with the construction of dams, reservoirs, which are the natural power battery. For the identification of the structural features of the successfully operated hydraulic structures, measurements of geometrical parameters of a large number of dams were performed, dam loading parameters were determined. The long-term operation criterion of hydraulic structures is proposed. A large number of numeric, graphics and photo materials are presented.

Key words: hydraulic structures, geometric parameters of dams, the criterion of long-term operation.