

Література

1. Довбиш Л.Л. Забруднення важкими металами дерново-опідзолених ґрунтів лісоаграрних ландшафтів Полісся : дис. ... канд. с-г наук: спец. 03.00.16. – Житомир, 2002. – 151 с.
2. Жеребна Л.О. Фітоміграція свинцю та кадмію із забруднених важкими металами ґрунтів за різних умов мінерального живлення ячменю // Вісник ХНАУ. – 2002. – № 2. – С. 180-183.
3. Кабата-Пендіас А., Пендіас Х. Микроэлементы в почвах и растениях : пер. с англ. – М. : Изд-во "Мир", 1989. – 439 с.
4. Godzik B., 1993: Heavy metals content in plants from zinc dumps and reference area. – Pol. Bot. Stud. 5. – P. 113-132.
5. Karataglis S. 1987. Estimation of the toxicity of different metals, using as criterion the degree of root elongation in *Triticum aestivum* Seedlings. – Phytom, 26. – P. 209-217.
6. Kimura K., Yamasaki S. 2003: Accurate root length and diameter measurement using NIH Image: use of Pythagorean distance for diameter estimation, Plant and Soil, 254. – P. 305-315.
7. Obroucheva N.V., Bystrova E.I., Ivanov V.B., Antipova O.V., Seregin I.V., 1998. Root growth responses to lead in young maize seedlings. Plant and Soil Volume: 200, Issue: 1, 55-61.
8. Seregin V., Ivanov V.B., 2001. Physiological aspects of cadmium and lead toxic effects on higher plants. Russian Journal of Plant Physiology, 48,4. – P. 523-544.
9. Seregin V., Kozhevnikova A.D., 2004. Distribution of cadmium, lead, nickel and strontium in imbibing maize caryopses. Russian Journal of Plant Physiology, 52, 4. – P. 565-569.

УДК 630.3.001.12/1

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

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТАНУ ТА ПАРАМЕТРІВ НАВАНТАЖЕНОСТІ ГІДРОСПОРУД ГІРСЬКИХ РІЧОК

Подано фотофіксацію стану окремих гідроспоруд гірських річок Центральної Європи. Запропоновано методику порівняльного аналізу параметрів гребель та водосховищ. Встановлено, що обґрунтування залежності параметрів навантаженості гребель від розмірів водосховища для гідроспоруд, що успішно експлуатуються, та формулювання відповідних рекомендацій з проектування нових гідроспоруд, можливі за подальшого розширення наведеної в роботі бази даних.

Ключові слова: водорегулювання, гідроспоруди, лісосплавні греблі.

Assoc. prof. O.S. Machuga – NUFWT of Ukraine, Lviv

A comparative analysis of state and parameters of a mountain rivers storage dams loading

The photo fixation of state of a different storage dams on mountain rivers of Central Europe is presented. The technique of comparative analysis of dams and basins parameters proposed. It is set that ground of dependence of parameters of loading dikes from the sizes of storage pool for hydraulic buildings which are successfully exploited, and formulation of the proper recommendations, from planning of new hydraulic buildings, possible at subsequent expansion of the database resulted in-process.

Keywords: water adjusting, hydraulic buildings, forest driveable dikes.

Збільшення частоти й інтенсивності руйнівних паводків і повеней на гірських ріках спонукають до аналізу стану гідроспоруд, які є вагомими чинниками водорегулювання. Гідроспоруди повинні мати значний запас міцності, стійкості до циклічних навантажень під час повеней протягом великих проміжків часу, оскільки їхнє руйнування може призвести до значної шкоди довкіллю, народному господарству та навіть до людських жертв. Прямі збитки, внаслідок руйнування під час повеней автомобільних доріг, мостів та інших споруд у гірських районах, становлять 20-30 % від суми вартості будів-

ництва відповідних укріпних гідроспоруд. Непрямі збитки, пов'язані з перервами в транспортному сполученні між територіями та порушенням роботи підприємств, набагато перевищують такі показники [1]. Значні техногенні наслідки паводків останніх років спонукають до поглибленого вивчення історичного досвіду будівництва гідроспоруд гірських рік Карпат та інших гірських масивів Центральної Європи. Потрібно постійно вдосконалювати методику розрахунку берегоукріплень та гідроспоруд із використанням методів технічної гідромеханіки, формувати рекомендації для проектування нових об'єктів із урахуванням конфігурації та реологічних властивостей русла. Реалізація відповідних проектів будівництва гідроспоруд всебічно сприятиме зменшенню негативного впливу повеней гірських рік на довкілля.

Порівняльний аналіз стану окремих гідроспоруд гірських річок Центральної Європи. Найважливішою функцією гідроспоруд гірських рік є водорегулювання стоку шляхом сповільнення потоку в зоні водосховища. Іншими важливими функціями є водозабір, лісосплав, відбір електроенергії, берегоукріплення, інші господарські потреби людини. Реалізація таких функцій дає вагоміші результати в разі влаштування систем гідроспоруд у тому чи іншому гірському регіоні, чи каскаду гребель на окремій річці, порівняно із поодинокими гідроспорудами. Системний підхід до будівництва гідроспоруд дає змогу уникати критичного збільшення швидкості потоку на гірських ріках під час повеней, що сприяє зменшенню руслової деформації, раціонально використовувати енергію рік для господарських потреб.

На схемі (рис. 1) наведено розташування найбільших гідроспоруд (Vodni Dilov) потоків в околицях Їзерських гір і Кроконошів у Чехії в басейнах річок Лужицька Ниса та Їзера з притокою Каменіца, із зазначенням паводкових зон.

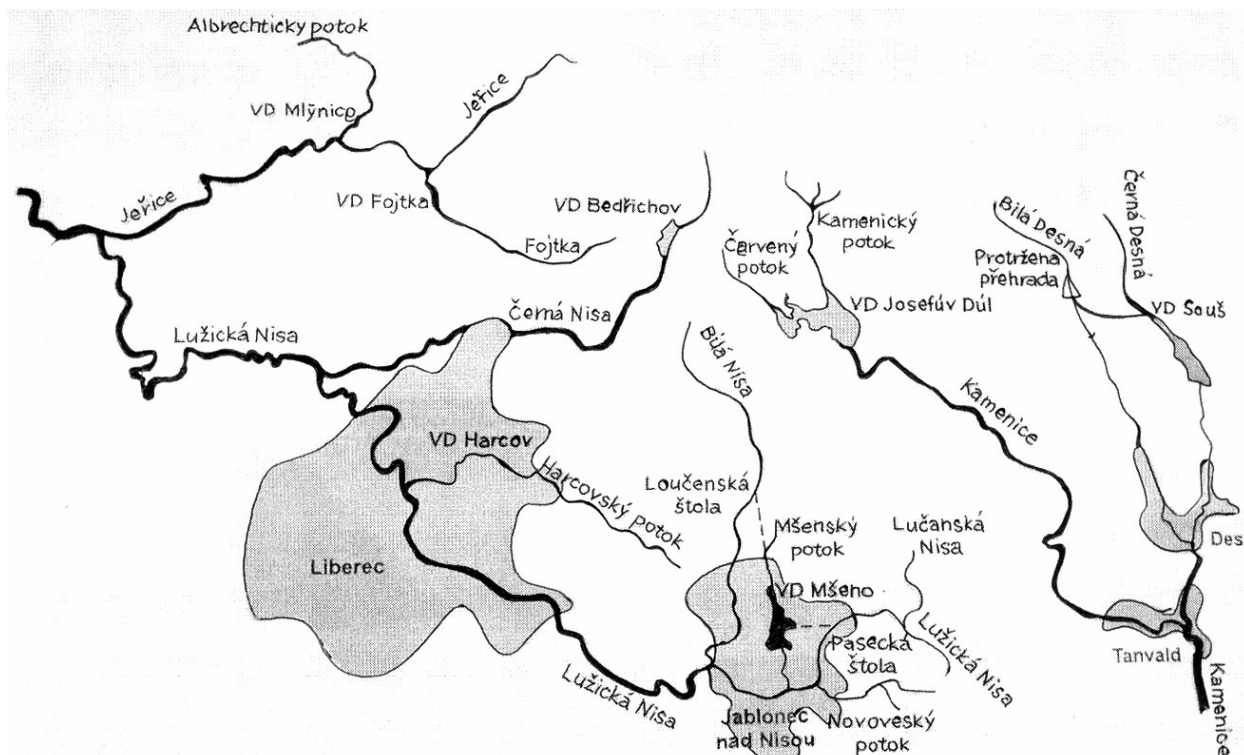


Рис. 1. Схема паводкових зон і розташування гідроспоруд у басейні Їзера та Лужицької Ниси в Чехії

Найбільшу гідроспоруду – греблю Соуш на річці Чорна Десна (фотофіксацію подано в [2]) – споруджено в 1912-1915 рр. Гребля є частиною системи гідроспоруд, що охороняють підгірські території від повеней. Вона забезпечує подачу питної води для потреб населення і промисловості в низинній частині течії, служить для локального виробництва електроенергії, сприяє рекреації та рибальству. Поштовхом для будівництва греблі стала катастрофічна повінь 29 червня 1897 р., коли за 24 години випало 345 мм опадів (рекорд Чеської Республіки); повінь пошкодила багато господарських та житлових будинків. У 1903-1908 рр. згідно з проектом професора інженера Отто Інтзе будується 5 кам'яних гребель в басейні Ниси, крім того – дві насипні (земляні) греблі в басейні Їзери. Одну з них, на річці Біла Десна, було прорвано під час повені в 1916 р. з трагічними наслідками. Ця техногенна катастрофа спонукала до реконструкції греблі Соуш у 1924-1927 рр. Головними роботами стало розширення греблі та збільшення її висоти, а також влаштування дренажної системи. Ще одну реконструкцію було виконано в 1971-1974 рр. для організації водопостачання.

Дамба гідроспоруди – пряма, земляна, насипна з глинистих пісків з дрібним щебенем. Вона містить глиняний замок товщиною 3-5 м. Бетонний фундамент виконано з боку насипу до глибини 8 м від основи греблі, тобто до верху залягання граніту. Зовнішній відкіс влаштований з кам'яного накиду товщиною 0,4 м із збільшенням товщини до 0,6 м при основі. Для виходу води влаштовано два нижні випуски діаметром 1 м на глибині 16,75 м від верху греблі. Кожен випуск виконано з двома клиновидними засувками, що керуються з маніпуляційної вежі або з будови греблі. У нижній частині у випусках влаштовано малу гідроелектростанцію (МГЕС) з витратою води 150 л/с та потужністю 22 кВт. Боковий перелив греблі, викладений з каменю, слугує для водовідведення надлишкових водяних мас під час повеней. Для водопостачання міст Танвальд і Яблониця над Нисою, з гідроспоруди влаштовано водозабір довжиною 395 м і витратою води 320 л/с.

Насиченість річок басейну Їзери діючими гідроспорудами забезпечує системний підхід до захисту берегів від руслової деформації. Водорегулювальні дамба поблизу містечка Мала Скала на Їзері, гребля Сплзов на цій же річці, греблі в містах Вельке Гамри та Танвальд (світлина 1, [2]) на річці Каме-ніца знаходяться в технічно задовільному стані, що уможливорює виконання їхнього функційного призначення в автоматичному режимі.

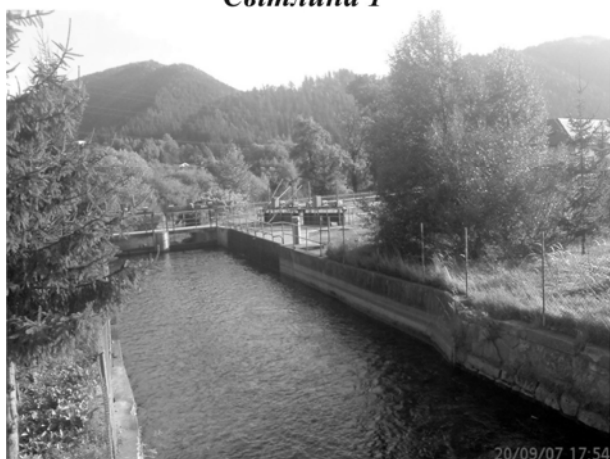
Високі та Низькі Татри в Словаччині характеризуються великою кількістю гірських озер із дамбами. Каскади гідроспоруд влаштовано на численних гірських ріках і потоках Високих Татр. Найбільші з них – Оравська гребля на річці Ораві поблизу містечка Наместово, та Ліптовське Море річці Вах, поблизу міста Ліптовський Мікулаш; стан обох гідроспоруд є досконалим. З невеликих гідроспоруд Словаччини відзначимо протипаводкову греблю на річці Слатіна в місті Зволен [2]. Висота греблі понад 10 м забезпечує значний запас стійкості під час повеней, витрата води на момент спостереження 200-300 л/с, конструкція греблі – у задовільному стані.



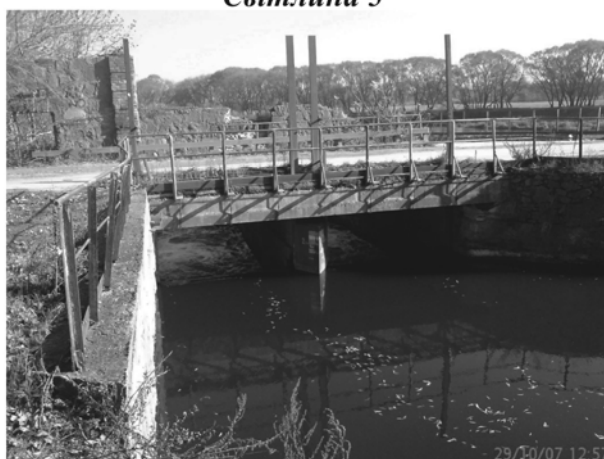
Світлина 1



Світлина 5



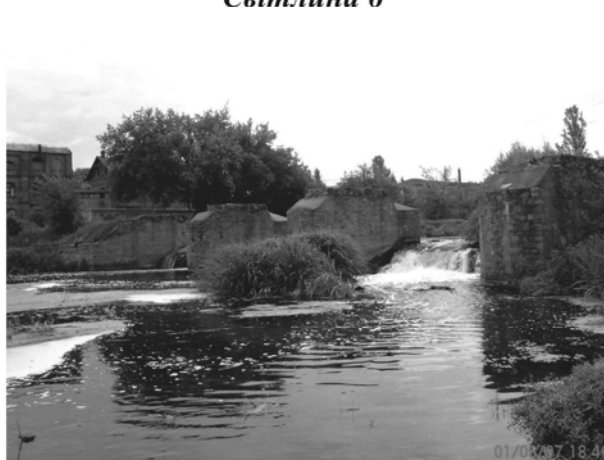
Світлина 2



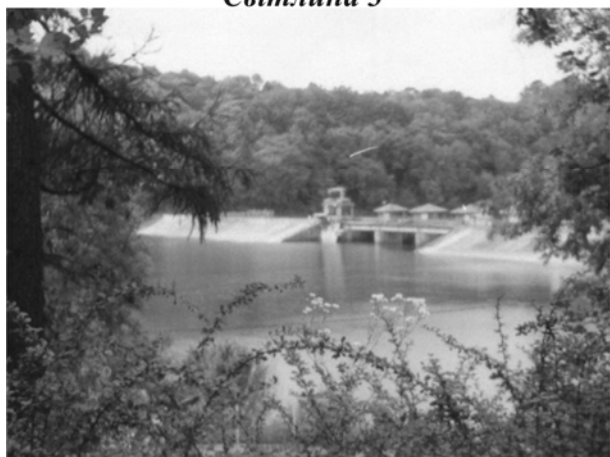
Світлина 6



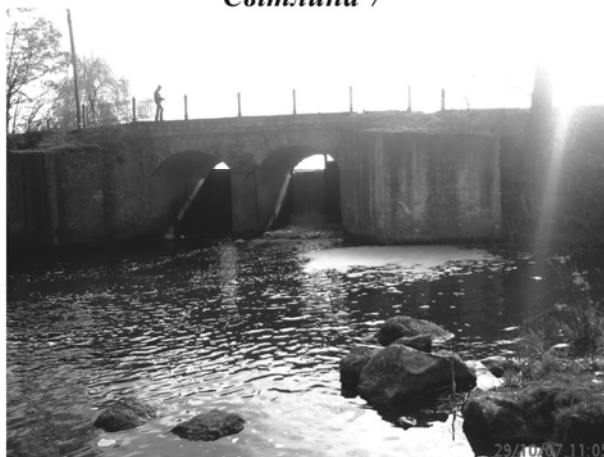
Світлина 3



Світлина 7



Світлина 4



Світлина 8

Греблю використовувалась як МГЕС потужністю 20-30 кВт, однак у 2007 р. вона була в неробочому стані. Водорегулювальні та водозабірні греблі на ріці Грон – Подбресова 1 [2], Подбресова 2 (світлина 2) поблизу однойменного населеного пункту, призначені для водозабезпечення місцевого металургійного комбінату, перебувають у доброму стані. МГЕС на ріці Попрад поблизу селища Кежмарок [2] потужністю 0,5 МВт вже декілька років є приватною, споживачем електроенергії є районна мережа. Берегоукріплення русла потоку Бистриця, що протікає містом Банська – Бистриця влаштоване із врахуванням можливості значного зростання дебету стоку під час повеней.

Підтримання задовільного технічного стану гідроспоруд різноманітного функційного призначення характерне для гірських районів Польщі. Каскад гребель на річці Каменна в Карконошах поблизу містечка Шклярська Поремба містить захисну підпірну стіну з бутового каміння, водозабірну греблю з водогоном, міську декоративну водорегулювальну дамбу [2], греблі трубних МГЕС "Шклярська Поремба 2" та "Шклярська Поремба 1" (світлина 3), які розташовані вздовж русла потоку на ділянці 5 км та перепадом висот близько 160 м. МГЕС "Шклярська Поремба 2" змонтовано в 1935 р. на базі збудованої в 1900 електростанції фабрики руберойду та модернізованим в 1922 р. турбогенератором, що експлуатується до сьогоднішнього дня. На початку ХХ ст. поряд з гідротурбіною, для підвищення стабільності роботи електростанції працював паровий двигун. Зараз потужність МГЕС становить 120 кВт. У приміщенні електростанції знаходиться музей енергетики Єленьогурської з базою даних про понад 20 гребель та МГЕС в Карконошах, зокрема Лесьна (р. Квіса). Інформацію про МГЕС Гданського регіону Польщі подано в [3]. Як зразок використання русел рік в парково-ландшафтному господарстві Польщі відзначимо локальну водозбірну греблю та берегоукріплення міського потоку Бистра в м. Закопане [2].

Дві вагомні гідроспоруди гірського Сяну – греблі Соліна та Мичковці (світлина 4) є головними гідроспорудами польських Бешад. Проект греблі в Мичковці створено під керівництвом професора Кароля Помяновського з Львівської Політехніки в 1921 р. Наступного року було розпочато будівництво, що перервалось Другою світовою війною і завершилось в 1960 р. Велику греблю в Соліні збудовано в 1961-1968 рр. Потужність гідроелектростанції Мичковці 8,3 МВт, Соліні – 136 МВт.

Стан гідроспоруд у Карпатському регіоні України відрізняється занедбаністю або цілковитим знищенням. Починаючи у післявоєнні роки, різні установи розробляли проекти використання водних ресурсів Прикарпаття, які передбачали влаштування водосховищ та гідроелектростанцій, однак масштабної реалізації таких планів не відбулось. За даними [4] до 1964 р. в Івано-Франківській області працювали 16 енергетичних установок з відповідними гідроспорудами, крім того було багато млинів, тартаків, водяних кузень, сукновалень, маслобоєнь, валил, тощо [5, 6]. В 1946-1950 рр. було збудовано понад 40 сільських гідроелектростанцій у всьому Карпатському регіоні, греблі яких разом з передвоєнними гідроспорудами певним чином виконували водорегулювання гірських рік. Промислова політика 70-90-х років ХХ ст. полягала у збільшенні підприємств внаслідок ліквідації невеликих виробництв. Основну функцію гребель – виробництво електроенергії, гідропривід млинів,

тартаків, тощо було визнано неперспективною; відповідні виробництва закривались, гідроспоруди занепадали та руйнувались. За таких обставин іншу вагому функцію гребель – водорегулювання – на брали до уваги, більш того під час влаштування захисних протипаводкових дамб частина гребель руйнувались, зокрема греблі Рожнівської та Рудниківської МГЕС на річці Рибниця. Однак протипаводкові дамби, захищаючи від затоплення безпосередньо близькі до них території, сприяють пришвидшенню потоку під час повені та збільшують ризик затоплення територій нижче за течією.

Розглянемо детальніше гідроспоруди річки Рибниця. У селі Город знаходяться залишки греблі, на якій розташовано млин із валилом та приводом колишнього тартака; стан греблі вкрай незадовільний. Декілька кілометрів нижче за течією знаходяться залишки греблі, від якої відходила згадувана в [6] млинівка. На березі залишилися сліди дериваційного каналу, бетонний фундамент і частини привідного механізму тартака. Ще нижче за течією знаходилась Косівська "електровня". Однак слідів греблі, станом на 2006-2007 рр., немає, збереглася лише будівля з машинним залом та сліди дериваційного каналу. Далі за течією розташовані дві поперечні дамби, стан яких після повені 2008 р. вкрай незадовільний, зокрема габіоновий захист другої дамби повністю зірваний. Наступна за течією гідроспоруда – збудований в 1964 р. Кутський міст, зруйнований липневою повінню 2008 р. Якби стан гідроспоруд, описаних вище, був задовільний, ймовірність руйнації моста була б значно нижчою. Ще далі за течією знаходились дві електростанції (с. Рожнів та с. Рудники), залишки яких не збереглися.

Зруйнована гребля і споруда електростанції в с. Яблуниця на річці Білий Черемош почала відновлюватись в 2008 р. Вкрай незадовільний стан водозабірної греблі вище селища Вигода, на ріці Свіча. Скоріш як виняток, аніж як норма, виглядає діюча МГЕС 0,8 МВт в місті Снятині на ріці Прут.

Система лісосплавних гребель і гідроспоруд – клявз, гамованок [7] сприяла водорегулюванню гірських рік. Після припинення лісосплаву технічний стан цих споруд не підтримувався; основні елементи гребель були виконані з дерев'яних зрубів; це і призвело до їхньої руйнації. Фотофіксація залишків клявз: Маріїн на ріці Білий Черемош, Керничний на ріці Чорний Черемош, Шибени 1 на потоці Шибени [2], та кронпринца Рудольфа на потоці Перкалаба [8] в 2007-2008 рр. доводить неможливість їхньої реконструкції. Значна кількість плотоспускних гребель повністю зруйнована повенями. Однак на місці цих гідроспоруд варто будувати нові греблі, що могли б служити як для водорегулювання течії гірських потоків, так і для інших господарських потреб населення, зокрема – виробництва електроенергії.

Греблі на рівнинних ріках не зазнають такого інтенсивного впливу потоку води під час повені, як на гірських ріках, тому вони збереглися значно краще, не зважаючи на відсутність реконструкції протягом тривалого часу. Шлюз "Анеля" в місті Чорткові на ріці Серет збудовано на початку XX ст. Дериваційний канал до млина, який після Другої світової війни відіграв роль електростанції, ліквідовано у 80-х роках XX ст., однак загалом гідроспоруда перебуває у задовільному стані. Гребля на річці Случ у селі Острополь Хмельницької області була призначена для забезпечення роботи млина (світ-

лина 5), який не працює вже понад 30 років, однак гідропорука має достатній запас міцності для подальшої експлуатації. У задовільному стані з огляду на водорегулювання, перебувають основні конструкції греблі колишньої МГЕС на ріці Случ в селищі Баранівка Житомирської області (світлина 6), водозабірної греблі в селищі Першотравенськ Житомирської області на ріці Хомора (світлина 7), хоч прольоти автомобільного мосту над цією греблею здемонтовано. Типова гребля сільського ставу на Поділлі – село Ладиги Хмельницької області (світлина 8).

Параметри гідропоруд та водосховищ. Розділимо вплив водосховища на гідропоруду на статичний, пов'язаний із об'ємом води водосховища, та динамічний, пов'язаний із витратою води як у мережевий період, так і під час повеней. Для подальшого аналізу та розрахунків геометричних розмірів, розглянемо гідропоруду й елементи водосховища так, як зображено на рис. 2, виділяючи умовно плоску та звужувану частини.

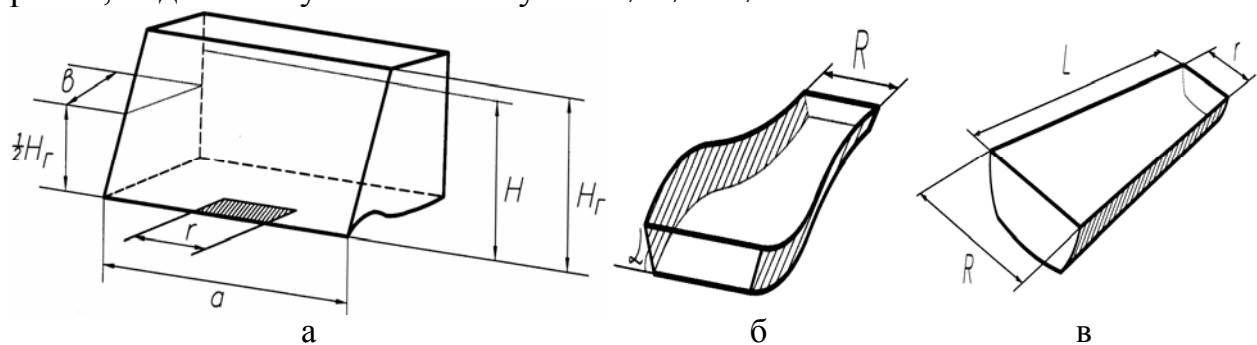


Рис. 2. а) геометричні розміри греблі: a – довжина основи греблі, b – ширина греблі на половині її висоти від основи, H – напір, H_r – висота греблі від основи, r – ширина русла потоку на виході з греблі; **б) розміри частини водосховища з незмінною глибиною (плоска частина):** α – середній кут нахилу берега до горизонту, R – ширина русла потоку в перерізі, де глибина водосховища починає зменшуватись; **в) розміри частини водосховища, де його глибина зменшується (звужувана частина):** L – довжина звужуваної частини

У табл. 1 зведено геометричні характеристики ряду гребель і водосховищ. Величини, подані без індексу, взято з наукової та інформаційно-довідникової літератури, дані щодо плотоспускних гребель взято з [7], величини з індексом В отримані натурними вимірюваннями, що виконали автори, величини з індексом О є оцінкою. Позначення в табл. 1 збігаються з позначеннями на рис. 2, $S_{пл}$ – площа плоскої частини водосховища.

Подальші обчислення виконано в припущеннях, що дзеркало плоскої частини водосховища – круг із приведеним радіусом $R_{пр} = \sqrt{S_{пл}/\pi}$, об'єм цієї частини водосховища $V_{пл} = 1/3 S_{пл} H [1 + (1 - k) + (1 - k)^2]$; $k = H/R_{пр} \operatorname{ctg} \alpha$, об'єм звужуваної частини водосховища $V_{зв}$ визначатимемо за формулою обеліска [9]: $V_{зв} = L/6 [RH + (R + r)(H + h_0) + h_0 r]$, де h_0 – середня глибина річки поза водосховищем; $h_0 = Q/(vr)$, Q – витрата води, v – середня швидкість потоку. У виконаних спостереженнях у межевий період для усіх випадків швидкості поплавок $v_{пл} = 2,5 - 3,0$ м/с. Швидкість потоку залежить від швидкості поплавок для рік глибиною 1-5 м [10]: $v = v_{пл} \cdot 0,75$, візьмемо для усіх випадків $v = 2,25$ м/с. Результати вимірювань і розрахунків зведено в табл. 2.

Табл. 1. Геометричні характеристики окремих гідропоруд

№	Назва греблі	H , м	H_{Γ} , м	a , м	b , м	r , м	L , м	α^0	$S_{\text{пл}}$, м ²	R , м
1	Мала Скала	1,5 _В	2,0 _В	280 _О	4,8 _В	5,0 _В	400 _О	15 _О	14000 _О	30
2	Сплзов	1,8 _В	2,3 _В	40 _В	3,5 _В	4,5 _В	250 _О	30 _О	8000 _О	40
3	Вельке Гамри	3,2 _В	3,5 _В	12 _В	1,0 _В	1,2 _В	250 _О	25 _О	150 _О	5
4	Танвальд	3,5 _В	5,2 _В	15 _В	1,5 _В	3,0 _В	250 _В	75 _О	500 _О	10
5	Соуш	20 _В	25	364	8,5 _В	4,5 _В	900	35 _О	508000 _В	420 _В
6	Ліптовське море	40 _В	45	3000	40 _О	60 _О	0	25 _О	14,5×10 ⁶	3000 _О
7	Подбресова 1	1,3 _В	3,0 _В	12 _В	5,0 _В	6 _В	600 _В	5 _О	0	12 _В
8	Зволен	6,5 _В	11 _В	280 _В	12 _В	2 _В	850 _В	10 _О	20000 _О	11 _О
9	Поремба водозб.	1,4 _В	1,5 _В	4 _В	2,3 _В	1,8 _В	6 _В	5 _О	0	4 _В
10	Поремба міська	2,0 _В	2,0 _В	6,5 _В	5,4 _В	6,5 _В	10 _В	5 _О	0	6,5 _В
11	Поремба 1	1,4 _В	1,6 _В	22 _В	2,3 _В	2,5 _В	8 _В	5 _В	0	15 _В
12	Поремба 2	1,1 _В	1,2 _В	12 _В	4 _В	2,5 _В	6 _В	5 _В	0	10 _В
13	Лесьна	43	45	130	20	3,5	0	45 _О	1,4×10 ⁶	130
14	Соліна	60	82	644	25 _О	45	0	30 _О	21×10 ⁶	644
15	Мичковці	15,5	17,5	460	19 _О	45	0	30 _О	2×10 ⁶	460
16	Ряшів	2,1 _В	4,3 _В	135 _В	22 _В	24	0	15 _О	830000 _В	93
17	Город	3,2 _В	3,2 _В	35 _В	1,2 _В	4 _В	550 _В	10 _О	0	35 _В
18	Косів, тартак	2,5 _О	2,8 _О	24 _В	0,7 _В	2 _О	0	45 _О	12000 _О	24 _О
19	Косів, дамба 1	0,8 _В	0,8 _В	35 _В	4,5 _В	6 _В	0	10 _О	350 _В	35 _В
20	Косів, дамба 2	1,2 _В	1,2 _В	35 _В	4,5 _В	4 _В	0	10 _О	350 _В	35 _В
21	Чортків "Анеля"	2,5 _В	5 _В	35 _В	4 _В	12	1600	30 _О	0	35 _О
22	клявза типова	6,5	8,5	25	6	7,5	0	30 _О	13000	25 _О

Табл. 2. Об'ємні характеристики гідропоруд та гребель

№	Q , м ³ /с	h_0 , м	$V_{\text{пл}}$, м ³	$V_{3В}$, м ³	$V_{ВД}$, м ³	V_{Γ} , м ³	$V_{ВД}/V_{\Gamma}$	Q/V_{Γ} , с ⁻¹
1	0,300*	0,027	19285	6572	25857	2688	9,62	0,11×10 ⁻³
2	0,300*	0,030	13526	8159	21685	322	67,3	2,17×10 ⁻³
3	0,200 _О	0,16	160,8	1543	1704	42	40,5	4,76×10 ⁻³
4	0,200 _О	0,030	1629	3374	5003	117	42,8	1,71×10 ⁻³
5	0,470	0,046	-	-	7,56×10 ⁶	77350	97,7	0,006×10 ⁻³
6	440 _В	3,26	-	-	365×10 ⁶	5,4×10 ⁶	67,6	0,08×10 ⁻³
7	3,9 _О	0,288	-	4591	4591	180	25,5	21,7×10 ⁻³
8	0,3 _О	0,067	43333	22242	65575	36960	1,64	0,008×10 ⁻³
9	0,250 _О	0,062	-	14,4	14,4	13,8	1,04	0,139×10 ⁻³
10	0,180 _О	0,012	-	65	65	70,2	0,9	2,5×10 ⁻³
11	1,35	0,240	-	67	67	81,0	0,8	16,7×10 ⁻³
12	1,35	0,240	-	28	28	57,6	0,5	23,4×10 ⁻³
13	6 _В	0,76 _В	-	-	5×10 ⁶	117×10 ³	42,7	0,05×10 ⁻³
14	226 _В	2,23	-	-	474×10 ⁶	1,32×10 ⁶	359	0,171×10 ⁻³
15	226 _В	2,23	-	-	10,9×10 ⁶	135×10 ³	80,74	1,67×10 ⁻³
16	12 _О	0,222	1716985	-	1716985	12771	134	0,94×10 ⁻³
17	0,400 _О	0,044	-	21880	21880	134,4	163	2,97×10 ⁻³
18	0,450 _О	0,010	23451	-	23451	47	499	9,57×10 ⁻³
19	0,500 _О	0,089	157	-	157	126	1,2	3,97×10 ⁻³
20	0,500 _О	0,222	235	-	235	189	1,2	2,65×10 ⁻³
21	6,2 _О	0,230	-	64600	64600	700	92	8,86×10 ⁻³
22	2,5 _В	0,148	-	-	40000	3930	10,2	0,636×10 ⁻³

Примітка: * – величини, значення яких є умовними

Для розглянутих вище прикладів параметри відносного статичного навантаження – відношення об'єму водосховища $V_{\text{вод}}$ до об'єму греблі $V_{\text{Г}}$ та відносного динамічного навантаження в межевий період – відношення витрати води Q до об'єму греблі, графічно зображено на рис. 3 залежно від об'єму водосховища. Наведені дані засвідчують, що малі гідроспоруди зазнають значно меншого відносного статичного навантаження порівняно із середніми та великими; із збільшенням об'єму водосховища його відносне статичне навантаження на греблю посилюється, тому для забезпечення довготривалої експлуатації великих та середніх гідроспоруд потрібно їх виконувати як капітальні споруди із ґрунтовним аналізом конструкції. Значення параметрів статичного навантаження гідроспоруд в Україні, розглянутих у даному викладі, незначно перевищують аналогічні величини для гребель у Центральній Європі, що підтверджує обґрунтованість їхніх проектів. Статичне навантаження типової кляузи є меншим за навантаження подібних за об'ємом гребель за кордоном. Тому занедбаність та руйнація вітчизняних гідроспоруд є наслідком відсутності догляду та технічної підтримки їх конструкцій. Виняток становить параметр статичного навантаження греблі тартака в місті Косові, який значно перевищує величини аналогічних за розміром гідроспоруд, що і стало однією з причин руйнування споруди.

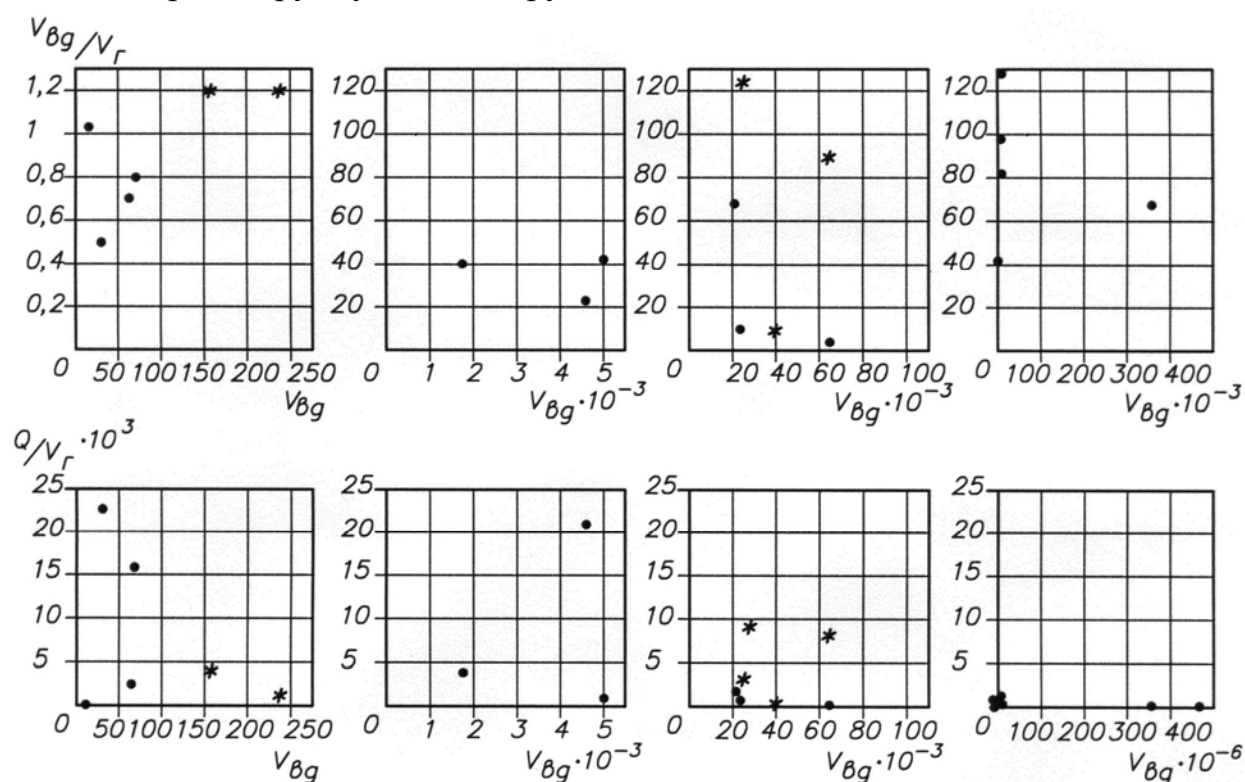


Рис. 3. Параметри відносного статичного ($V_{\text{вод}}/V_{\text{Г}}$) та динамічного ($Q/V_{\text{Г}}$) навантаження гідроспоруд залежно від об'єму водосховища: * – гідроспоруди в Україні; . – в центральній Європі

Параметри відносного динамічного навантаження гідроспоруд мають тенденцію до зменшення із зростанням об'єму водосховища: чим більший об'єм гідроспоруди, тим вона менш "чутлива" до витрати води в ріці. За таких обставин малі греблі, відносне статичне навантаження на які невелике,

зазнають вагомих відносних динамічних навантажень навіть у межевий період. Тому їхня конфігурація повинна бути достатньо обтічною для мінімізації гідравлічного опору потоку ріки, інакше ці гідроспоруди може бути зруйновано протягом нетривалого часу. Динамічна навантаженість розглянутих вітчизняних гідроспоруд нічим не відрізняється від показників для Центральної Європи, навантаженість типової клявзи є навіть меншою, ніж у відповідних гідроспорудах Європи.

Динамічне навантаження гідроспоруди під час повені може кілька разів перевищувати навантаження в межевий період. Тому малі греблі, які можуть повністю затоплюватися, повинні бути достатньо обтічними, монолітними і стійкими до динамічного впливу потоку ріки та рухомих донних елементів. Великі гідроспоруди повинні володіти достатньо великим запасом акумуляції об'єму води під час повені, що забезпечить їхню стійкість і здатність до водорегулювання потоку шляхом зменшення його швидкості. Зокрема повний об'єм водосховища Лесьна – 150 млн м³ втричі перевищує його робочий об'єм; висота протипаводкової греблі в м. Зволен майже вдвічі перевищує напір води.

Обґрунтування залежності параметрів навантаженості гребель від розмірів водосховища для гідроспоруд, що успішно експлуатують, і формулювання відповідних рекомендацій з проектування нових гідроспоруд, можливі за подальшого розширення наведеної вище бази даних.

Література

1. Герасимук В.О., Климпуш М.Д., Круцик М.Д., та ін. Річкові укріпні споруди. – Коломия : Вид-во "Вік", 2000. – 142 с.
2. Библиук Н.І., Ковальчук І.П., Мачуга О.С. Небезпечні стихійні явища в Карпатах: Причини виникнення та шляхи їх мінімізації // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – 2008. – Вип. 6. – С. 105-119
3. Male elektrownie wodne: Niekonwencjonalne źródła energii // Kuchkowski K. i inni. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журн.: <http://www.ely.pg.gda.pl>.
4. Рудько Г.У., Консевич Л.М. Наукові основи екологічної оцінки та оптимального використання гідроресурсів Карпатського регіону України. – К. : Т-во "Знання" України. – 138 с.
5. Гошко Ю.Г., Кіщук Т.П., Могитич І.Р., Федака М.П. Народна архітектура українських Карпат XV-XX ст. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1987. – 272 с.
6. Пелипейко І. Містечко над Рибницею. – Косів : Писаний камінь, 2004. – 572 с.
7. Библиук Н.І. Лісотранспорт в Українських Карпатах: головні етапи і тенденції розвитку // Науковий вісник УкрДЛТУ : Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля. – Львів : УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 14.3. – С. 183–194.
8. Byblyuk N., Byblyuk N., Machuga O. About the direct use of renovated sources of energy in logging. In: Mobilne energetice prostriedy – Hydraulika – Zivotne prostredie – Ergonomia mobilnych strojov. Zborn. z medz.ved.konferencie. – Zvolen, 20 september 2007. – TU vo Zvolene, 2007, ISBN 978-80-228-1750-9. – P. 23-29.
9. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. – М. : Изд-во "Наука", 1981. – 720 с.
10. Проектування, будівництво та експлуатація річкових укріпних споруд на гірських автомобільних дорогах України : методичні вказівки. – Івано-Франківськ : Вид-во "Галдор-прогрес", 2002. – 165 с.