УДК 627.8.059+556

Гапіч Г. В., асистент (Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро),
e-mail: gapichgennadii@gmail.com

ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД НА МАЛИХ РІЧКАХ ПІД ЧАС ПРОХОДЖЕННЯ ДОЩОВИХ (ЗЛИВОВИХ) ПАВОДКІВ

Встановлені дамби, що мають потенційну небезпеку руйнування внаслідок переливу води через гребінь гідротехнічних споруд. Розрахований додатковий об'єм води, який здатні акумулювати водойми. На основі гідрологічних розрахунків у басейні р. Нижня Терса, визначені максимальні витрати та об'єми води під час проходження дощових (зливових) паводків.
Ключові слова: **гідротехнічна споруда, дамба, водосховище, річка.**

Актуальність роботи. Використання місцевого стоку малих річок, який акумулюють в невеликих водосховищах і ставках, має винятково важливе значення при вирішенні багатьох водогосподарських завдань. За даними А.В. Яцика [1], на Україні налічується більше 63 тис. малих рік та водотоків загальною довжиною 135,8 тис. км, з них близько 60 тис. (95%) дуже малих довжиною менше 10 км. До 1950 р. було зарегульовано не більше 3% річкового стоку України. Загальна площа ставків та водосховищ не перевищувала 100 тис. га, а їх повний об'єм сягав 1,4 км^3. Інтенсивний розвиток багатьох галузей народного господарства сприяв будівництву штучних водойм, що обслуговували системи водопостачання, зрошення, використовувались для риборозведення, рекреації тощо. Пік водогосподарського будівництва припадає на 70-80-і роки минулого століття. Наслідком цього, станом на 1990 р. [1], на території країни налічувалось 1094 водосховища загальною площею водного дзеркала 2637 км^2 і об'ємом води 8,4 км^3, а також 27579 ставків площею 2120 км^2 та об'ємом 3 км^3. Ці об'єкти і надалі функціонують на території країни з однією лише відмінністю: переважна більшість водойм і гідротехнічних споруд (ГТС) на них знаходяться в занедбаному стані та мають потенційну загрозу руйнування.

Безпечна експлуатація ГТС залежить від впливу різних факторів техногенного та природного характеру. Серед причин природного характеру найбільш небезпечними є паводки та повені внаслідок раптових злив чи сніготанення.

На сьогодні спостерігається тенденція випадіння понад норми опадів, що носять зливовий характер. В зв'язку з цим, загроза наповнення регулюючої ємності та переливу води через гребінь ГТС виходить саме від злив, а ніж від весняних паводків. За таких умов безпека та надійність роботи ГТС залежить від рівня технічного стану дамб і водоскидних пристроїв. Оскільки ґрунтові дамби, що формують каскади ставків і водосховищ на малих водотоках, зведені, за часту, власними силами господарств за низьким інженерно-технічним рівнем і без належної проектної документації, яка з плином часу загублена або втратила свою актуальність, постає необхідність комплексного обстеження, уточнення та розробки паспортів водойм і ГТС з урахуванням гідрологічних показників і технічних параметрів роботи споруд у різних умовах.

Мета та задачі досліджень. Метою дослідження є визначити можливість різних ГТС каскаду утримувати надлишкові об'єми води, у випадку прориву верхнього ставу та з площі бічної приточності у створі ГТС. Провести гідрологічні розрахунки та встановити максимальні витрати і об'єми води дощових (зливових) паводків. Встановити основні параметри роботи гідротехнічних споруд, які працюють у каскаді, внаслідок зміни гідрологічного режиму водотоку.

Матеріал і результати досліджень. В сучасних умовах експлуатації ГТС, з урахуванням значної зарегульованості стоку річок, постає необхідність більш детального вивчення гідрологічних характеристик кожної окремої водойми на відміну від загального басейну ріки.

Аналіз статистики аварій [2; 3] свідчить, що найбільш небезпечними для ГТС з ґрунтових матеріалів є перелив води через гребінь, внаслідок недостатності пропускної спроможності водоскидних споруд, а також фільтраційні деформації тіла та основи гідротехнічних споруд. Під час технічної діагностики ґрунтових ГТС першочергово виконують візуальні обстеження. Такі дослідження технічного стану ГТС проведені на восьми водоймах річки Нижня Терса [4]. В роботі розглянуто верхів'я річки, адже на проміжку у 30 км спостерігається значна зарегульованість штучними водними об'єктами, загальний об'єм води в яких сягає близько 4,7 млн м^3. Річка Нижня Терса є лівою притокою р. Мала Терса та відноситься до басейну р. Вовча. Довжина річки складає 39 км, а загальна площа водозбору 312 км^2. В результаті, встановлено, що найбільш небезпечною є ситуація з технічним станом водоскидних споруд. Абсолютно всі водоскиди знаходяться в несправному стані та не відповідають нормативним показникам. Відсутність сміттєзатримуючих грат, замуленість і часткове руйнування, у разі надходження до

водойм паводкових або дощових вод, робить водоскиди нездатними пропустити надлишкові витрати [4]. Наслідком цього може стати підвищення рівня води до критичних відміток форсованого підпірного рівня, що зменшить коефіцієнт стійкості споруди. Подальший підйом призведе до переливу води через гребінь і руйнування тіла ГТС. Прорив будь-якої зі споруд каскаду матиме значні негативні екологічні та соціально-економічні наслідки. Також підвищується небезпека руйнування дамб розташованих нижче за течією, що може викликати кумулятивний ефект.

Для того, щоб визначити, як підвищиться рівень води у водосховищах і ставках у випадку надходження надмірної кількості опадів і можливого прориву верхнього ставу, виконані гідрологічні розрахунки. Спочатку, для визначення площ, побудована карта водозбору р. Нижня Терса (рис. 1) до створу дамби поблизу с. Циганівка, що складає 104,8 км^2.

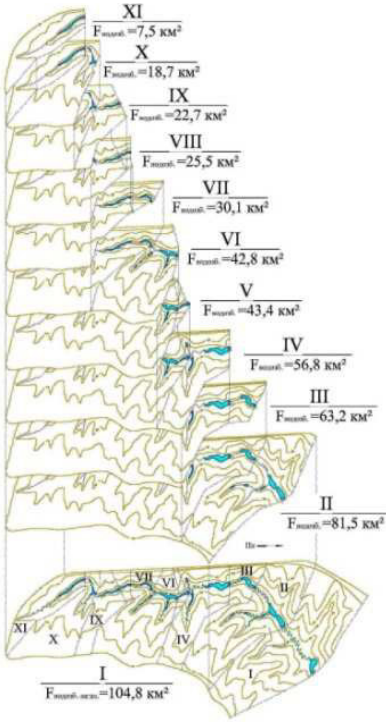

Рис. 1. Схематична карта басейну р. Нижня Терса з відокремленими водозборами у створах ГТС: у чисельнику IV – номер площі; у знаменнику $F_{вод.}$=56,8 км^2 – площа водозбору

Для кожної із гідротехнічних споруд відокремлені загальні площі водозбору та площі бічних приточностей (ділянок стоку між гідровузлами). Під час проведення даної роботи використовувались картографічні матеріали регіонального проектно-вишукувального інституту «Дніпродіпроводгосп» та паспортні дані водойм надані Синельниківським міжрайонним управлінням водного господарства. Імовірність перевищення розрахункових максимальних витрат води визначається для основного і перевірочного випадків [5]. Бічна площа приточності встановлена на основі побудованої карти (див. рис. 1), шляхом відіймання площі водозбору у створі ГТС нижчого за течією від площі водозбору розташованого вище.

Відповідно до СНиП 2.01.14-83 [6], при площі водозбору до 200 км^2 у степовій зоні, розрахунок максимальних витрат і об'ємів стоку води дощових (зливових) паводків (табл. 1) визначається за відсутності матеріалів гідрометричних спостережень за емпіричною редукційною формулою:

Таблиця 1

Розрахунок максимальних витрат та об'ємів води у створах ГТС на каскаді штучних водойм (р. Нижня Терса)

№ площі водозбору (рис. 1)	Клас наслідків (відповідальності) ГТС за ДБН В.2.4-3:2010	Площа ділянки бічної приточності, *F, км²*	Витрата на ділянці при щорічній імовірності P^1,% перевищення максимальних витрат за різними випадками, *q, м³/с*		Об'єм води бічної приточності, *W, млн м³*		Об'єм води при НПГ, *W, тис. м³*	Площа при НПГ, *F, га*	Об'єми води, який здатна утримати ГТС *W, млн м³*		
			основний	перевірочний	основний	перевірочний			на рівні гребня греблі	прорив верхнього ставу + площа бічної приточності[2]	наростаючим підсумком[3]
XI	CC1	6,3	8,9	17,7	0,13	0,25	0,1005	3,50	0,147	-	-
	CC1	1,2	5,4	10,8	0,02	0,05	0,0840	3,10	0,123	+0,003	+0,003
X	CC1	11,2	10,5	21,1	0,22	0,45	0,1320	4,40	0,284	-0,019	-0,019
IX	CC1	4,0	7,7	15,5	0,08	0,16	0,1869	6,23	0,307	+0,095	+0,011
VIII	CC1	2,8	6,9	13,9	0,06	0,11	0,0360	1,20	0,042	-0,191	-0,191
VII	CC1	4,6	8,1	16,1	0,09	0,18	0,1650	5,50	0,230	+0,104	-0,083
VI	CC1	12,7	10,9	21,9	0,25	0,51	0,5340	17,80	0,700	+0,285	+0,062
V	CC1	0,6	4,4	8,8	0,01	0,02	0,1200	4,00	0,129	-0,414	-0,414
IV	CC2-2	13,4	11,1	30,0	0,27	0,72	1,0500	35,00	1,114	+0,724	+0,190
III	CC1	6,4	8,9	17,8	0,13	0,26	0,5940	19,80	0,689	-0,490	-0,490
II	CC2-2	18,3	12,2	32,9	0,37	0,99	0,9930	48,00	2,286	+1,322	+0,272
I	CC1	23,3	13,1	26,2	0,47	0,93	0,6741	22,47	1,451	-0,012	-0,012
Σ=		104,8	108,1	232,7	2,10	4,63	4,6695	171,0	7,506	-	-

П р и м і т к а: НПГ – нормальний підпірний горизонт; 1) для споруд класу наслідків (відповідальності) CC1 основний розрахунковий випадок: *P*=5,0%, перевірочний *P*=1,0%; CC2-2 – основний *P*=3,0%, перевірочний *P*=0,5%; 2) знак «+» означає спроможність ГТС утримувати певний об'єм води, що надійде за рахунок прориву верхньої споруди з додаванням об'єму води бічної приточності, у випадку дощового паводку; знак «–» вказує на те, що відбудеться перелив води через гребінь; 3) знак «+» вказує на розмір залишкової ємності водосховища; знак «–» надлишкова кількість води, яку нездатна акумулювати споруда.

$$Q_{p\%} = q_{200} \cdot \left(\frac{200}{F}\right)^n \cdot \lambda_{p\%} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot F, \quad (1)$$

де $Q_{p\%}$ – максимальна витрата 1%-вої забезпеченості; q_{200} – модуль максимальної витрати (м^3/с·км^2) ймовірністю перевищення 1%, яка приведена до площі водозбору 200 км^2; n – показник ступеня зменшення модуля розрахункової витрати; $\lambda_{p\%}$ – перехідний коефіцієнт від 1%-вої ймовірності перевищення до заданої ймовірності; δ_1 – коефіцієнт, який враховує зарегульованість максимальної витрати проточними озерами (δ_1=1,0); δ_2 – коефіцієнт зниження витрат води в залісених та заболочених водозбірних басейнах (δ_2=1,0); F – площа водозбору, км^2.

Об'єм стоку повені розрахункової забезпеченості встановлений за виразом:

$$W_{p\%} = F \cdot h_{p\%} \cdot 10^3, \quad (2)$$

де $h_{p\%}$ – шар стоку розрахункової забезпеченості, мм.

Спершу розраховані максимальні витрати об'ємів стоку води дощових (зливових) паводків на площі водозбору у створі кожної окремої споруди. Через встановлені різниці відміток між гребенем ГТС та існуючим рівнем води, визначені об'єми, що здатна акумулювати споруда. Таке навантаження може бути лише короткотерміновим, адже під час підвищення рівня води існує небезпека втрати стійкості укосів і прориву ГТС. Для забезпечення пропуску надлишкових вод гідровузли мають скидні споруди, які теж побудовані, у переважній більшості, без належних розрахунків, що ставить під сумнів їх пропускну здатність.

Для прикладу розглянемо один з розрахункових випадків. Гідротехнічна споруда та створюваний нею ставок номер *IX* має площу бічної приточності 4 км^2. Об'єм води, який надійде з заданої площі водозбору за основним розрахунковим випадком складає 0,08 млн м^3. У випадку прориву дамби на ставку вище за течією (номер *X*) додатково до водойми *IX* надійде близько 0,132 млн м^3. Розрахований об'єм води, що здатна акумулювати на короткотерміновий період ГТС, складає 0,307 млн м^3. Таким чином, ГТС витримає можливий прорив верхнього ставу за додаванням води, що надійде з площі бічної приточності, а залишковий об'єм сягає: 0,307-0,132-0,08=0,095 млн м^3.

Проведені розрахунки за основним розрахунковим випадком показують неспроможність деяких дамб акумулювати та утримувати надлишкові об'єми води. За таких умов, сумарний об'єм води вже з

двох і більше водойм буде надходити до водосховищ розташованих нижче за течією, а у разі надходження максимальних витрат за перевірочним випадком, ситуація матиме більш негативні прояви. Таким чином, спорудам, що мають достатній об'єм регулюючої ємності водосховищ, слід приділяти першочергову увагу під час експлуатації.

Висновки. За результатами проведених розрахунків встановлені ГТС у каскаді, які мають потенційну небезпеку руйнування під час проходження максимальних витрат води дощових (зливових) паводків. З урахуванням значних флуктуацій клімату та зростаючою небезпекою пропуску максимальних витрат води від дощових (зливових) над витратами весняних паводків, отримані дані мають стати підґрунтям для подальшого вивчення та розрахунку пропускної спроможності водоскидних споруд і поліпшення їх технічного стану. Це підвищить надійність та безпечну експлуатацію гідровузлів. В окремих випадках слід передбачити проектом додаткові водоскидні пристрої.

1. Малі річки України: Довідник / А. В. Яцик, Л. Б. Бишовець, Є. О. Богатов та ін. – К. : Урожай, 1991. – 296 с. **2.** Малаханов В. В. Техническая диагностика грунтовых плотин / В. В. Малаханов. – М. : Энергопромиздат, 1990. – 120 с. **3.** Гапич Г. В. Оценка технического состояния грунтовых плотин, как элемента системы экологического мониторинга территорий / Г. В. Гапич // Сборник научных трудов НГУ. – 2013. – № 42. – С. 168–173. **4.** Рудаков Л. М. Технічний стан гідротехнічних споруд на річці Нижня Терса / Л. М. Рудаков, Г. В. Гапіч // Вісник ДДАЕУ, 2016. – № 2(40). – С. 47–51. **5.** Гідротехнічні споруди. Основні положення: ДБН В.2.4-3:2010. – [Чинний від 2011-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008. – 37 с. **6.** Определение расчетных гидрологических характеристик: СНиП 2.01.14-83. – [Дата введения 1984-07-01]. – М. : Госстрой СССР, 1985.

Рецензент: к.с.-г.н., доцент: Рудаков Л. М. (Дніпорпетровський державний аграрно-екологічний університет)

Hapich H. V., Assistant (Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, Dnipro)

SAFETY ASSESSMENT OF EXPLOITATION HYDRAULIC STRUCTURES ON THE SMALL RIVER DURING RAIN FLOODS

The results of hydrological calculations in the basin on the river Lower Tersa. Determine the maximum flow rate and volume of water rain

storm floods. The technical condition of groundwater dams on reservoirs is researched. Survey shows poor condition of spillway facilities. It means the danger of the destruction dams by entering the body of water large quantities of water. Built map and definition of the catchment area of the river Lower Tersa. On the basis of hydrological calculations established structures that sustain breakthrough dams upstream.
Keywords: **hydraulic structure, dam, storage reservoir, river.**

Гапич Г. В., ассистент (Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр)

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА МАЛЫХ РЕКАХ, ВО ВРЕМЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ (ЛИВНЕВЫХ) ПАВОДКОВ

Установлены дамбы, имеющие потенциальную опасность разрушения вследствие перелива воды через гребень гидротехнических сооружений. Рассчитан дополнительный объем воды, который способны аккумулировать водоемы. На основании гидрологических расчетов в бассейне р. Нижняя Терса, определены максимальные расходы и объемы воды при прохождении дождевых (ливневых) паводков.
Ключевые слова: **гидротехническое сооружение, дамба, водохранилище, река.**