

**УДК 566.18 627.512**

**Живиця В.А., к.т.н., доцент, Міндер М.В., магістрант ФВГ** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

## **ТРАНСФОРМАЦІЯ ПАВОДКОВОГО СТОКУ РІЧКИ ЧОРНА ТИСА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОТИПАВОДКОВОЇ ЄМНОСТІ**

**Розглянуто вплив протипаводкової ємності на стік річки Чорна Тиса з метою захисту території від повені.**

**To protect the territory from flooding, the influence of flood reservoir on the Black Tisza river flow has been considered.**

**Найбільш паводконебезпечною територією** не тільки в Україні, але і в Європі є Карпати та прилеглі до них передгірські райони і рівнини. До таких регіонів відноситься і Закарпатська область. Найчастіше паводки виникають на річці Тиса та її притоках. Під час паводку стік річок збільшується в десятки, сотні, а інколи і тисячу разів і досягає значень 1000...8000 м<sup>3</sup>/с. Їх водність можна порівняти з водністю найбільших річок Європи – Дунаєм, Волгою, Дніпром. Тільки в Закарпатті за період 1946-2001 рр. пройшло 150 паводків різної інтенсивності, в тому числі катастрофічні паводки 1998 і 2001рр., які встановили історичні максимуми. Не обминула «висока вода» Закарпаття і в серпні 2008 р., а також в травні і червні 2010 р.

Щорічні паводки завдають народному господарству і населенню Закарпатської області значних економічних, екологічних і соціальних збитків, призводять до загибелі людей. Тому з метою забезпечення комплексного підходу до управління паводковим стоком та захисту населених пунктів від руйнівної дії паводків було розроблено «Програму комплексного протипаводкового захисту в басейні р. Тиса у Закарпатській області на 2002-2006 роки та прогноз до 2015 року». Концепція протипаводкового захисту територій полягає в комплексному використанні різних протипаводкових споруд на всій довжині річки від її верхів'я до гирла.

Так в гірських районах, де беруть свій початок більшість річок, передбачається створення протипаводкових ємностей. У передгірських районах для захисту території передбачається регулювання русел річок, їх берегоукріплення та огороження захисними дамбами. На рівнині для захисту від паводків передбачається використання дамб і протипаводкових польдерів.

**В цій концепції** особлива увага надається протипаводковим ємностям у верхів'ї гірських річок, що є новим в системі протипаводкового захисту Закарпаття. В Закарпатській області існує 9 водосховищ. Вісім з них розмі-

щені в низинній частині області та призначені для сезонного регулювання стоку і риборозведення. Найбільше, Тербля-Ріцьке водосховище розміщено в горах і має енергетичне та регульовальне значення. В протипаводкових цілях у цих водосховищах може використовуватись тільки форсований об'єм, що знаходиться між нормальним і форсованим рівнями води. Тому їх значення в системі протипаводкового захисту дуже мале.

Програмою передбачається створення 47 ємностей: невідкладних – 8 штук, першочергових – 12 штук, перспективних – 27 штук. Загальний корисний об'єм всіх ємностей становить 299,3 млн. м<sup>3</sup> при об'ємі паводку 1% забезпеченості 910 млн. м<sup>3</sup> у створі ємностей. Тобто ємності здатні регулювати 32% паводків. Суть регулювання паводків полягає в акумулюванні їх пікової частини в ємностях з подальшим спрацюванням заакумульованого об'єму на спаді паводку. Результатом такого регулювання є суттєве зниження макси-мальних витрат і рівнів води в річках на ділянках нижче ємності, що, в свою чергу, знизить гідравлічне навантаження на діючий протипаводковий захист. Зниження витрат уповільнить також негативні руслові процеси під час паводку: меандрування русел, розмив і обвалення берегів, полотен доріг, підмив основ захисних дамб і опор мостів, замулення наносами гідротехнічних споруд.

Протипаводкові ємності будуть розміщені переважно в гірській місцевості у верхів'ях річок, де відбувається формування паводків. В цих місцях такі паводкоформуючі фактори, як запаси снігу, добова кількість опадів, попередня водонасиченість схилів, похили поверхні мають максимальні значення. Тому і ефект від створення ємностей буде також максимальним.

Протипаводкові ємності за своєю сутністю не є водосховищами. Водоскид в основі греблі ємності забезпечує пропуск витрати із забезпеченістю 10% і вище. Ємність в цей час суха. Її наповнення починається, якщо забезпеченість витрати річки стає менше 10%. Ємність розраховується на пропуск і акумулювання витрати із забезпеченістю 1%.

Розрахунки показують, що акумулювання паводку 1% на р. Тиса дасть змогу знизити витрату з 5800 м<sup>3</sup>/с до 3177 м<sup>3</sup>/с, а рівні води на 0,9...1,5 м.

В результаті зниження піків паводків вони трансформуються з паводків 1% забезпеченості в паводки 10% забезпеченості. Тобто до витрат, що практично проходять в одамбованих руслах річок і не призводять до катастрофічних наслідків.

**Розглянемо**, як відбувається трансформація стоку р. Чорна Тиса під час паводку за допомогою ємності №1, що знаходиться біля с. Чорна Тиса Рахівського району Закарпатської області та її вплив на стік річки біля смт. Ясіня, що знаходиться нижче за течією на відстані 12 км від ємності. Техніко-економічне обґрунтування будівництва ємності розроблено ВАТ «Укрводпроект» у 2008 році.

Нами побудований графік трансформації паводкового стоку р.Чорна Тиса (рис. 1), який складається з гідрографу паводку (ряд 1) і гідрографу витоку води через водоскид (ряд 2).

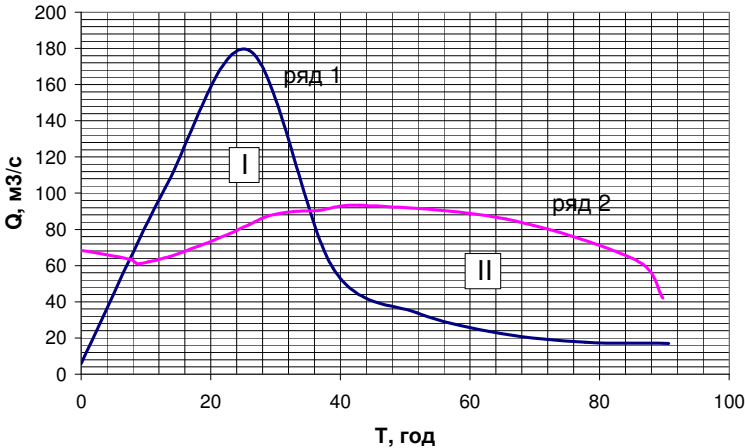


Рис. 1. Графік трансформації стоку р. Чорна Тиса

При побудові гідрографу стоку за аналог прийнятий гідрограф високого паводку 3-10 березня 2001 року на гідрологічному посту Ясіня. Перехід від гідрографа-моделі до розрахункового гідрографу здійснювався з використанням коефіцієнтів:

$$K_Q = Q_P / Q_M; \quad (1)$$

$$K_t = (q_m / h_m) (h_p / q_p), \quad (2)$$

де:  $Q_M$  і  $Q_P$  – максимальна витрата води паводку відповідно для гідрографа-моделі і розрахункового гідрографу,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $q_m$  і  $q_p$  – модуль максимальної витрати води відповідно для гідрографа-моделі і розмір розрахункового гідрографу,  $\text{л}^3 / \text{н} \cdot \text{с} \cdot \text{г} \cdot \text{м}^2$ ;  $h_m$  і  $h_p$  – шар стоку паводку відповідно для гідрографа-моделі і розрахункового гідрографу, мм.

Значення коефіцієнтів (1) і (2) для паводку 1%-ої забезпеченості становлять відповідно 1,843 і 0,540. Координати розрахункових гідрографів визначались за формулами :

$$Q_i = Q_{i.M} K_Q, \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3)$$

$$t_i = t_{i.M} K_t, \text{ год.}, \quad (4)$$

де  $Q_{i.M}$  і  $Q_i$  – максимальні витрати води в  $i$ -ту одиницю розрахункового часу відповідно для гідрографа-моделі і розрахункового гідрографу,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $t_{i.M}$  і  $t_i$  – ордината часу відповідно для гідрографа-моделі і розрахункового гідрографу, год.

За початок відліку часу  $t_{\text{ім}}$  приймався початок підйому паводку. При наповненні ємності напір над порогом водоскиду весь час змінюється. Тому при побудові гідрографа витоку з ємності використовувались залежністю

$$\Delta t_i = \frac{S_{cp} \cdot \Delta H}{q_{cp} - Q_{cp}} = \frac{0,5(S_i + S_{i+1})\Delta H_i}{\mu\omega\sqrt{2gH_{cp}} - 0,5(Q_i + Q_{i+1})}, \text{ год.}, \quad (5)$$

де  $\Delta t_i$  – час наповнення ємності від  $S_i$  і  $S_{i+1}$ , годин;  $S_i$  і  $S_{i+1}$  – відповідно початкове і кінцеве значення площі дзеркала води у ємності за час  $\Delta t_i$ , га;  $Q_i$  і  $Q_{i+1}$  – відповідно початкова і кінцева витрата притоку води у ємність, м<sup>3</sup>/с;  $\mu$  – коефіцієнт витрати водоскиду;  $\omega$  – площа поперечного перерізу отвору водоскиду, м<sup>2</sup>;  $\Delta H$  – висота зливної призми, м;  $H_{cp}$  – середній напір води, м, що визначається як

$$\dot{I}_{\text{ср}} = \frac{\dot{I}_i + \dot{I}_{i+1}}{2}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (6)$$

де  $H_i$  і  $H_{i+1}$  – початковий і кінцевий напір над водоскидом, м. Загальний час зміни рівня у ємності

$$T = \sum_{i=1}^n \Delta t_i, \text{ годин.} \quad (7)$$

Координати гідрографа витоку з ємності наведено в таблиці.

Таблиця

Координати гідрографа витоку р.Чорна Тиса через водоскид

№ з/п	Початкова відмітка РВВБ <sub>i</sub> , м	Різниця відміток $\Delta H$ , м	Кінцева відмітка РВВБ <sub>i+1</sub> , м	Витік води $q_{cp}$ , м <sup>3</sup> /с	Приплив води $Q$ , м <sup>3</sup> /с	Час $\Delta t_i$ , год	Загальний час Т, год	Зміна об'єму	
								Наповнення	Спорожнення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	787,2	3,0	784,2	68,47	27,06	2,89	0	41,41	-
2	784,2	2,45	781,75	63,43	63,11	4,77	7,66	0,32	-
3	781,75	0,15	781,9	61,17	70,22	0,935	8,60	-	9,04
4	781,9	0,7	782,6	62,02	82,75	1,74	10,34	-	20,73

продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	782,6	2,5	785,1	65,09	108,50	3,41	13,74	-	43,41
6	785,1	4,0	789,1	70,93	134,70	4,53	18,27	-	63,77
7	789,1	4,0	793,1	77,51	170,00	4,53	22,81	-	92,49
8	793,1	2,7	795,8	82,62	178,60	3,13	25,94	-	95,98
9	795,8	2,0	797,8	87,53	168,00	3,02	28,96	-	80,47
10	797,8	1,2	799,0	89,81	132,00	3,79	32,74	-	42,19
11	799,0	1,0	800,0	90,51	125,10	3,97	36,71	-	34,59
12	800,0	1,0	802,0	93,40	46,03	6,28	42,99	47,37	-
13	802,0	12,9	789,1	85,71	22,08	22,60	65,59	63,63	-
14	789,1	14,1	775,0	62,71	15,97	20,18	85,77	46,74	-
15	775,0	3,0	772	42,07	15,00	4,01	89,78	27,07	-

Визначимо, на яку величину ємність зменшить максимальну паводкову витрату р.Чорна Тиса в створі греблі, або величину «зрізки» витрати.

Вона становить

$$\Delta Q = Q_{max}^{1\%} - q_i = 178,60 - 82,62 = 95,98 \text{ м}^3 / \text{с}, \quad (8)$$

де  $\Delta Q$  – величина «зрізки» максимальної паводкової витрати,  $\text{м}^3 / \text{с}$ ;  $Q_{max}^{1\%}$  – максимальна паводкова витрата 1%-ої забезпеченості,  $\text{м}^3 / \text{с}$ ;  $q_n$  – витік води через водоскид в пік паводка,  $\text{м}^3 / \text{с}$ . Пік паводка прийнятий при  $T=25,94$  годин (таблиця).

Для визначення впливу ємності на паводковий стік р.Чорна Тиса за створом греблі був проведений аналіз даних по водомірному посту Ясіня, починаючи з 1947 року. За даними спостережень побудовано графік залежності витрати від рівня води в р.Чорна Тиса (рис. 2). З отриманих даних максимальна паводкова витрата в природніх умовах для посту Ясіня становить  $Q_{1\%}^{прир.} = 290,00 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

Тоді трансформована паводкова витрата для посту Ясіня з урахуванням акумуляції частини стоку в ємності можна визначити як

$$Q_{1\%}^{трансф.} = Q_{1\%}^{прир.} - \Delta Q = 290,00 - 95,98 = 194,02, \text{ м}^3 / \text{с}. \quad (9)$$

З графіку залежності  $H=f(Q)$  (рис. 2) визначаємо відмітку рівня над «0» графіка відповідно при проходженні природної і трансформованої витрати:

$$H_{1\%}^{природ.} = 460 \text{ см}; \quad H_{1\%}^{трансф.} = 390 \text{ см}.$$

Зниження паводкового рівня в смт. Ясіня за рахунок акумуляції частини стоку в ємності №1 становить

$$\Delta H = H_{1\%}^{прир.} - H_{1\%}^{трансф.} = 460 - 390 = 70 \text{ см}. \quad (10)$$

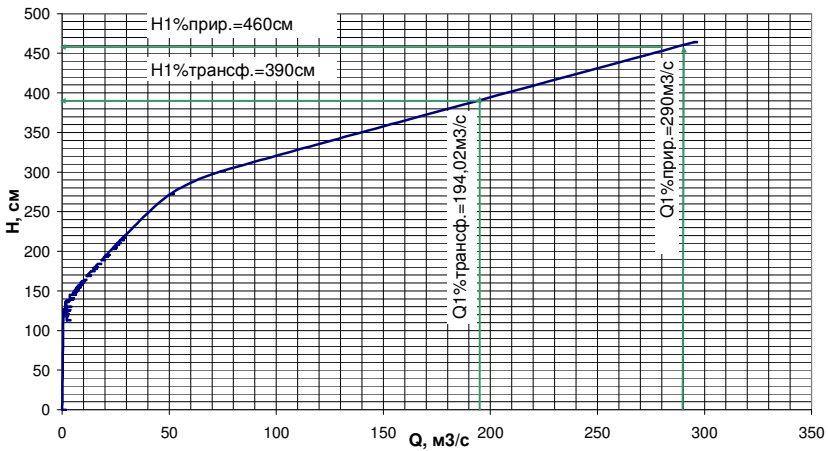


Рис. 2. Графік залежності витрати від рівня води в р.Чорна Тиса (водомірний пост Ясіня)

Таким чином, улаштування протипаводкової ємності №1 суттєво впливає на паводковий стік р.Чорна Тиса. Акумуляція частини стоку дозволяє зменшити витрату р.Чорна Тиса в смт Ясіня, що знаходиться на відстані 12 км від ємності, на  $96,0 \text{ м}^3/\text{с}$ . Зниження рівня становить 70 см, що суттєво в період паводку. Відповідно на таку величину можна понизити захисні дамби, верх кріплення дамб і берегів. Це необхідно враховувати при розрахунках інших інженерних споруд.

Будівництво протипаводкової ємності потребує значних капітальних вкладень. Частково вони компенсуються зменшенням витрат на улаштування інших захисних споруд нижче греблі ємності. Разом з тим, підвищиться надійність всіх існуючих споруд, безпечні умови проживання населення біля річки Чорна Тиса.

1. М.І. Ромашенко, Д.П. Савчук Водні стихії. Карпатські повені. Статистика, причини, регулювання / за ред. М.І. Ромашенко. – К.: Аграрна наука, 2002. – 304 с.
2. Програма комплексного протипаводкового захисту в басейні р. Тиса у Закарпатській області на 2002-2006 роки та прогноз до 2015 року. Постанова Кабінету Міністрів України від 24.10.01 № 1388.
3. Протипаводкова ємність (№1) на р.Чорна Тиса біля с. Чорна Тиса Рахівського району Закарпатської області. Техніко-економічне обґрунтування. Розділ 1. – К.: Укрводпроект, 2008. – 153 с.
4. А.Ф. Дмитрієв, М.М. Хлапук, В.Д. Шумінський та ін. Гідротехнічні споруди / за ред. А.Ф. Дмитрієва. – Рівне, 1999. – 120с.

Рецензент: д.т.н., професор Рокочинський А.М. (НУВГП)