

УДК 556.18 : 627.512

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

## **РЕГУЛЮВАННЯ ПАВОДКОВОГО СТОКУ р. ТИСА**

**Розглянуто вплив протипаводкових ємностей та польдерів на регулювання паводкового стоку р. Тиса та його трансформацію.**

**Ключові слова:** регулювання, паводковий стік, протипаводкова ємність, польдер.

**Закарпатська низовина** за географічним положенням та кліматичними умовами належить до найбільш паводко небезпечних територій не тільки в Україні, але і в Європі. Закарпатська низовина – це передгірська заплавна територія р. Тиса та її правобережних приток. Вона є основним земельним ресурсом Закарпатської області, який використовується населенням для проживання та сільськогосподарського і промислового виробництва. Тут зосереджені майже всі орні землі, а щільність населення одна з найбільших в Україні. Тому щорічні паводки на р.Тиса та її притоках завдають народному господарству та населенню області значних економічних, екологічних і соціальних збитків.

Під час паводків стік річок збільшується в десятки, сотні, а інколи і тисячу разів і досягає значень 1000...8000 м<sup>3</sup>/с, що відповідає водності найбільших річок Європи. Тільки за період 1946-2001 рр. в Закарпатті прийшло 150 паводків різної інтенсивності, в тому числі катастрофічні паводки 1998 і 2001 рр., які встановили історичні максимуми. Не обминула «висока вода» Закарпаття і в серпні 2008 р., а також в травні і червні 2010 р.

**Для захисту території** від негативної дії води в Закарпатській області протягом десятирок років створювався протипаводковий комплекс захисних споруд. В його склад входять: водозахисні дамби, берегоукріплення, відрегульовані ділянки річок, магістральні та підвідні канали і споруди на них, насосні станції на меліоративних системах, водосховища і ставки. Існуюча система протипаводкового захисту направлена на недопущення виходу річки за межі огороженої дамбами заплави, швидкого пропуску паводкової хвилі в руслі річки і недопущені розмиву русла. Основна увага у цій концепції надається захисним дамбам, будівництво яких в Закарпатті почалося в 1863 р., а загальна протяжність становить 824 км. Вони є простим, але не самим надійним

способом захисту території.

Дамби, що розміщені з двох боків річки, обмежують ділянку заплави, по якій пропускається паводок та призводить до значного підйому рівня в міждамбовому просторі. Порушується природний режим річок з негативними наслідками для навколишньої території. Разом з тим, ерозійні процеси на схилах і в руслах річок в гірських та передгірських зонах призводять до збільшення об'ємів твердого руслового стоку. Цей стік, що відкладається на рівнинних ділянках річок, призводять до зменшення їх похилу, підйому дна річок та рівнів води. Таким чином зростає навантаження на діючі дамби і споруди, що потребують постійного підвищення гребеня дамби та посилення їх кріплення. Це підтверджується існуючим досвідом експлуатації захисних дамб і потребує значних додаткових витрат.

**Кардинально покращити протипаводковий захист** території Закарпаття дозволить регулювання паводкового стоку р. Тиса та її притоків. Існуючі заходи з регулювання стоку в Закарпатті включають в себе перекидання стоку і створення водосховищ. Перекидання стоку з басейну паводко небезпечної річки в басейн сусідньої річки дозволяє суттєво зменшити максимальні витрати та рівні води. Так частина стоку р. Терезля перекидається через тунель в р. Ріка для роботи Терезля-Рікської ГЕС і одночасно це дозволяє знизити рівні води в р. Терезля. Умови застосування такого способу регулювання стоку обмежені.

В Закарпатті розташовано 9 водосховищ з сумарною ємністю 51,99 млн м<sup>3</sup>. З них 4 водосховища призначені також і для акумуляції паводкового стоку. Загальний об'єм акумульованого паводкового стоку в цих водосховищах 28,1 млн. м<sup>3</sup>. На даний момент збільшити кількість водосховищ в рівнинній частині Закарпаття немає можливості внаслідок відсутності природної для них території.

Враховуючи світовий досвід протипаводкового захисту і природні особливості території в «Програмі комплексного протипаводкового захисту в басейні р. Тиса у Закарпатській області на 2002-2006 роки та прогноз до 2015 року» для регулювання стоку передбачається створення протипаводкових ємностей та польдерів.

**Протипаводкова ємність** призначена для регулювання паводків шляхом акумулювання паводкового стоку при постійно працюючому глибинному водоскиді. Будь-якого іншого використання ємності не передбачається. Їх розміщують в гірській місцевості у верхів'ях річок, де відбувається формування паводків. В цих місцях такі паводкоформуєчі фактори, як запасу снігу, добова кількість опадів, попередня на-

сиченість схилів, похилі поверхні мають максимальні значення. Тому і ефект від створення ємкостей буде також максимальним.

Противоподкові ємності за своєю сутністю не є водосховищами в традиційному розумінні. В нормальних умовах це порожні ємності, які заповнюються тільки під час проходження високих паводків забезпеченістю 10% і менше. Різниця між річковим стоком і скидом через водозлив акумулюється в чаші ємності. Після проходження піку паводку і повного наповнення ємності відбувається її спрацювання з скидом води через водозлив. Таким чином ємність зрізає пік паводку шляхом його акумулювання. В між паводковий період вони можуть використовуватися для потреб лісового та сільського господарства (виращування лісу, багаторічних трав або інших культур).

Програмою передбачається створення 47 ємностей з корисним об'ємом 299,3 млн м<sup>3</sup>. Вони здатні акумулювати 32% стоку паводків 1% забезпеченості, що проходять через ємності.

**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» в 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).

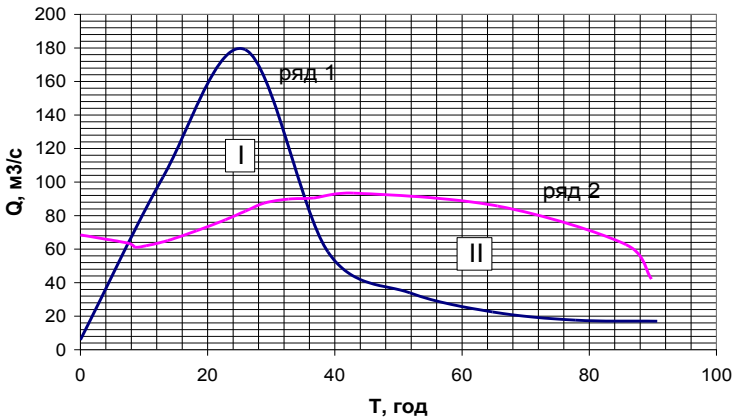


Рис. 1. Графік трансформації стоку р. Чорна Тиса

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

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

де  $\Delta Q$  – величина «зрізки» максимальної паводкової витрати,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  
 $Q_{1\%}^{\max}$  – 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.

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 природних умовах для посту Ясіня становить  $Q_{1\%}^{\text{прир}} = 290,00 \text{ м}^3/\text{с}$ .

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

$$Q_{1\%}^{\text{трансф.}} = Q_{1\%}^{\text{прир}} - \Delta Q = 290,00 - 95,98 = 194,02 \text{ м}^3 / \text{с}. \quad (2)$$

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

$$H_{1\%}^{\text{природ}} = 460 \text{ см};$$

$$H_{1\%}^{\text{трансф.}} = 390 \text{ см}.$$

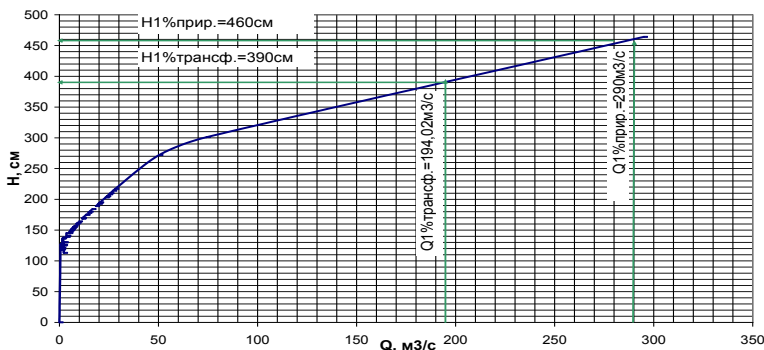


Рис. 2. Графік залежності витрати від рівня води в р. Чорна Тиса (водомірний пост Ясіня)

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

$$\Delta H = H_{1\%}^{\text{прир.}} - H_{1\%}^{\text{трансф.}} = 460 - 390 = 70 \text{ см.} \quad (3)$$

**Протипаводковий польдер** – це огорожена дамбами частина заплави, що заповнюється тільки при проходженні в річці максимальних витрат з метою зниження рівнів води в пік паводку. Заповнення польдерів починається при проходженні витрат 10% забезпеченості і менше, коли існує загроза затоплення населених пунктів, важливих об'єктів і територій.

В цей час паводкові води організовано запускаються до польдеру через водозабірну споруду і утримуються в ньому до проходження паводку. В якості водозабору можна використовувати водозливи з широким порогом, що влаштовуються в тілі дамби. Рівень порогу водозливу відповідає рівню води 10% забезпеченості в річці.

Заакумульовану в польдері воду можна використовувати для обводнення територій. Якщо немає потреби зберігати акумульовану воду її скидають з польдера в річку при зниженні рівня води в ній через окремий водовипуск.

Польдери розміщують у середній та нижній частинах річок на рівнинній місцевості або у природних пониженнях. Під територію польдера обирають місцевість, що не використовується в сільськогосподарському виробництві, на якій відсутні будівлі, транспортна та інженерна мережа. Як правило, це заболочені території, старі русла річок та їх протоки, природні пасовища в заплаві ріки.

Проведені розрахунки польдера на р. Тиса біля с. Вари Березівського району Закарпатської області. Витрата води при заповненні польдера прийнята  $450 \text{ м}^3/\text{с}$ , що становить 10% забезпеченості. Графічним способом встановлена зрізка паводку р.Тиса при заповненні польдера (рис. 3). Заповнення починається при рівні води в р. Тиса на відмітці 119,77 м. Заповнення триває 31 годину. Об'єм зрізки гідрографа становить  $38\,106 \text{ м}^3$ . Згідно розрахунку внаслідок заповнення польдера рівень води р.Тиса нище за течією знизиться на 0,45 м.

Згідно Програми вище водомірного посту Вилोक планується будівництво 19 польдерів із забором води з р. Тиса. З сумарним корисним об'ємом  $213,6 \text{ млн м}^3$  загальна витрата при заповненні цих польдерів становить  $1130 \text{ м}^3/\text{с}$ . Тому після заповнення польдерів трансформована паводкова витрата по водному посту Вилोक буде становити:

$$Q_{1\%}^{\text{транс}} = Q_{1\%}^{\text{прир}} - \sum Q_{зр} = 4700 - 1130 = 3570 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4)$$

де  $Q_{1\%}^{прир}$  – максимальна паводкова витрата в природних умовах по водному посту Вилोक 1% забезпеченості м<sup>3</sup>/с,

$\sum Q_{зр}$  – сумарна величина «зрізка» максимальної паводкової витрати за допомогою польдерів, що розміщені вище посту Вилोक, м<sup>3</sup>/с.

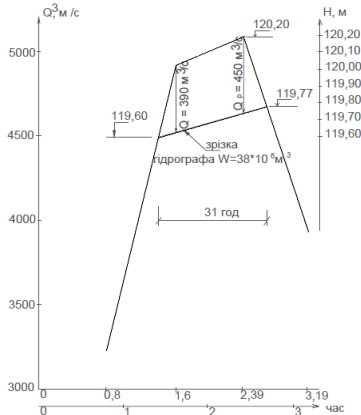


Рис. 3. Зрізка гідрографа паводку р. Тиса при заповненні польдеру

Для визначення впливу регулюючих ємностей польдерів на положення рівнів в р. Тиса в паводок, побудований графік залежності витрати від рівня води в р. Тиса по водному посту Вилोक (рис. 4).

З графіку залежності  $H=f(Q)$  (рис. 4) визначаємо відмітки рівнів води при проходженні природної ( $H_1$ ) і трансформованої ( $H_2$ ) витрати в паводок:

$$H_1=122,85 \text{ м}$$

$$H_2=121,95 \text{ м}$$

Зниження паводкового рівня по водному посту смт Вилोक за рахунок акумуляції частини стоку в польдерах становить:

$$\Delta H= H_1 - H_2=122,85-121,95=0,9 \text{ м.} \quad (5)$$

Таким чином, акумуляція частини стоку в 19 польдерах дозволяє зменшити витрату води в р. Тиса в створі смт Вилोक на 1130 м<sup>3</sup>/с, що призведе до зниження рівня на 0,90 м.

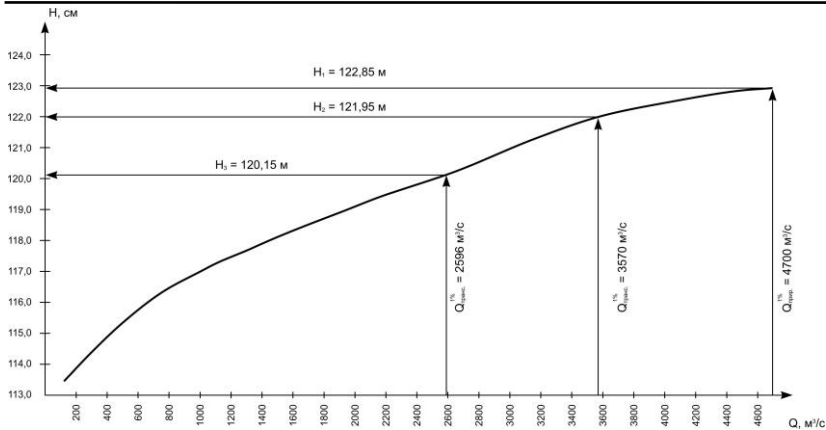


Рис. 4. Графік залежності витрат від рівня води в р. Тиса по водному посту Вилок

**Аналогічно визначаємо** вплив протипаводкових ємностей на паводкову витрату р. Тиса 1% забезпеченості в створі смт Вилок. Вище смт Вилок планується влаштувати 22 ємності з сумарним корисним об'ємом 150,6 млн м<sup>3</sup>.

Трансформована паводкова витрати р. Тиса з урахуванням одночасного заповнення всіх ємностей:

$$Q_{1\%}^{транс} = Q_{1\%}^{прир} - \sum Q_{зр}^{сми} = 4700 - 2103,7 = 2596,3 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (6)$$

$\sum Q_{зр}^{сми}$  – сумарна величина «зрізка» максимальної паводкової витрати за допомогою ємностей, що розміщені вище посту Вилок, м<sup>3</sup>/с.

Трансформована витрата р.Тиса внаслідок регулювання стоку за допомогою ємностей приблизно відповідає витраті 10%, яка по водному посту Вилок становить 2798 м<sup>3</sup>/с.

Витраті 2596,3 м<sup>3</sup>/с з графіка залежності  $H=f(Q)$  (рис. 4) відповідає відмітка рівня води  $H_3=12000$  м. Зниження рівня паводок по водному посту Вилок за рахунок акумуляції частини стоку в ємностях становить:

$$\Delta H = H_1 - H_3 = 122,85 - 120,15 = 2,70 \text{ м}. \quad (7)$$

Таким чином, акумуляція частини стоку в 22 ємностях дозволяє зменшити витрату води в створі смт Вилок на 2103,7 м<sup>3</sup>/с, що призведе до зниження рівня на 2,70 м.

**Регулювання паводкового стоку** за допомогою протипаводкових ємностей і польдерів на р. Тиса дозволяє суттєво знизити максимальні

витрати. В результаті трансформації їх витрати знижуються з 1% забезпеченості до 10% забезпеченості, що практично дозволяє пропускати їх в руслах річок, або в міждамбовому просторі. Зниження рівня становить від 0,90 м до 2,70 м при одночасному заповненні всіх смостей і польдерів. Зниження паводкового рівня дозволить підвищити надійність роботи всієї системи протипаводкового захисту в Закарпатті і перейти від пасивного до активного захисту територій.

1. Ромашенко М. І., Савчук Д. П. 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 смість (№ 1) на р. Чорна Тиса біля с. Чорна Тиса Рахівського району Закарпатської області. Техніко-економічне обґрунтування. Розділ 1. – К. : Укрводпроект, 2008. – 153 с. 4. Дмитрієв А. Ф., Хлапук М. М., Шумінський В. Д. та ін. Гідротехнічні споруди / за ред. А.Ф. Дмитрієва. – Рівне, 1999. – 120 с.

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

---

**Givitsya V. A., Candidate of Engineering, Associate Professor** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

## **FLOOD CONTROL OF THE TISZA RIVER**

**The flood reservoirs and polders influence to control and transform the flood flow of the Tisza River has been considered.**

**Keywords:** control, flood flow, flood reservoir, polder.

---

**Живица В. А., к.т.н., доцент** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ ПАВОДКОВОГО СТОКА р. ТИСА**

**Рассмотрено влияние противопаводковых емкостей и польдеров на регулирование паводкового стока р. Тиса и его трансформацию.**

**Ключевые слова:** регулирование, паводковый сток, противопаводковая емкость, польдер.

---