

РОЗРАХУНКОВІ ВІДМІТКИ ЗАХИСНИХ СПОРУД (НА ДІЛЯНЦІ р. ДУНАЙ ВІД м. РЕНІ ДО м. ВИЛКОВЕ)

У статті наведені розрахункові величини рівня води р. Дунай забезпеченістю $P=1$ % з урахуванням льодових явищ і вітрових нагонів, які покладені в основу розрахунків з визначення підвищення гребеня захисних дамб вздовж Українського берега р. Дунай над рівнем горизонту високих вод.

Ключові слова: катастрофічні наводки, максимальний стік, рівні води, весняне водопілля, захисні споруди, затоплення території.

Вступ. Дунай належить до найбільших (після Волги) річок європейського континенту. Його водні ресурси формуються в основному в гірських районах Карпат, Балкан і Альп. Дунай бере початок двома витокami – Брег і Брігах на східних схилах Шварцвальду і впадає в Чорне море. Довжина річки 2960 км, площа водозбору – 817 тис км², площа дельтової частини – 5600 км².

Гідрологічний режим Дунаю визначається трьома фазами: весняною повинню, літньо-осінніми паводками, осінньо-зимовою меженню. Особливості гідрологічного режиму Дунаю полягають насамперед у тому, що річка має різні джерела живлення. Це – талі води рівнин та снігу зі схилів гір, дощові і ґрунтові води.

Навесні формується повинь за рахунок танення снігу на більшій частині водозбору. Влітку починають танути сніги та лід в горах, що спричиняє підвищення водності. Дощовий стік може формуватися в будь-який час теплої пори року. При цьому водність річки і рівень води в ній значно змінюються під впливом приток з різними джерелами живлення. Помітно змінюються по довжині річки і внутрішньорічний розподіл стоку, інтенсивність підйому і спаду рівнів води та амплітуда їх коливання [1].

Сучасний стан проблеми. Головною проблемою життєдіяльності в дельтовій частині Дунаю є захист території від повеней різної і, особливо, рідкісної повторюваності. У нижній течії р. Дунай територія з обох берегів (румунського та українського) на відстані 180 км одамбована з метою запобігання затоплення прилеглих до річки земель, населених пунктів, об'єктів господарського комплексу. Ці заходи створили проблему пропуску річних витрат води в інших гідравлічних умовах. Захисні дамби вздовж українського берега будувалися стихійно в 50-і роки минулого сторіччя на основі недостатньо вивченого рівневого режиму Дунаю. На багатьох ділянках дамби побудовані на відмітках, значно нижчих навіть від спостереженого рівня в Дунаї. Всі розрахунки відміток захисних дамб при ремонті і реконструкції в минулому засновувалися на даних колишнього «Союзводпроекту» (м. Москва).

Метою даної роботи є визначення на основі досліджень і розробок рівнів в р. Дунай розрахункової забезпеченості і, використовуючи ці дані, виконати розрахунки щодо встановлення перевищень гребенів захисних дамб над рівнем горизонту високих вод в р. Дунай з урахуванням сучасної нормативної бази і представлення їх у вигляді таблиць для використання при експлуатації, ремонту і реконструкції захисних споруд.

Матеріали і методи дослідження. У відповідності з нормативними документами [2] і при узгодженні з Державним комітетом з водних ресурсів України (нині Держводагенством) за розрахункову забезпеченість паводка прийнятий рівень води при $P=1$ %.

Для визначення розрахункових відміток захисних дамб вздовж українського берега р. Дунай була виконана науково-дослідна робота з уточнення розрахункового рівня Дунаю забезпеченістю $P=1\%$ з урахуванням спеціальних спостережень на станціях: Болград, Ізмаїл, Вилкове і Усть-Дунайськ, які входять до складу Дунайської ГМО. На зміну величин розрахункового рівня значно впливає ухил водної поверхні.

В даний час є достатньо багато даних прямих вимірювань ухилів водної поверхні. Однак при закінченні обвалування румунського берега Дунаю в 80-х роках минулого століття змінились гідравлічні особливості проходження, а особливо, розподілу паводкових вод між Кілією і Вилковим. Найбільші ухили були зафіксовані при високих паводках на ділянці між Кілією і Вилковим (до 0,056 %). Для уточнення ухилів водної поверхні були запроєктовані перерізи по всій довжині річки від Рені до Вилкового через 500 м кожен. Для цього використовувались матеріали зйомок і обстеження минулих років і лоцманські карти. У зв'язку з тим, що ухили водної поверхні є одним з найважливіших засобів при вирішенні прикладних задач, пов'язаних з оцінкою відміток рівнів води різної забезпеченості по довжині річки, у статті розглядаються питання динаміки уздовж гирлової ділянки Дунаю від м. Рені до моря при різних витратах води в річці. Значна увага приділялась дальності розповсюдження нагонів на гирловій ділянці.

Розрахункові щонайвищі рівні води весняної повені встановлюються з урахуванням особливостей водного і льодового режимів річки. Причому, в період льодоходу, але за відсутності затору розрахункове значення витрати води $Q'_{P\%}$ визначалося за співвідношенням [3]

$$Q'_{P\%} = \frac{Q_{P\%}}{k_{зим}}, \quad (1)$$

де $Q_{P\%}$ - миттєва максимальна витрата води розрахункової щорічної ймовірності перевищення;

$k_{зим}$ - коефіцієнт, що враховує зміну гідравліки потоку під час льодоходу, який рекомендується для великих річок брати на рівні 0,92-0,95 (в середньому 0,935).

Аналіз одержаних результатів. В даній роботі обчислені відмітки повеней 1%-ної забезпеченості шляхом розрахунків руху хвиль повені по всьому б'єфу траси дельтової частини Дунаю від вхідного створу в м. Вилкове.

На верхній частині б'єфа від м. Рені до м. Ізмаїл максимальні відмітки повеней 1%-ної забезпеченості пов'язувались з даними спостережень. Вони відображають реальне поздовжнє розподілення відміток по довжині річки. Рівневий режим в межах нижньої частини б'єфа – від м. Ізмаїл до м. Вилкове зазнає впливу вітрових денівеляцій, тому обчислені відмітки повеней уточнені за рахунок можливого вітрового нагону. В табл. 1 наведені розрахункові рівні води забезпеченістю $P=1\%$ при вільному руслі.

Таблиця 1 – Розрахункові рівні води забезпеченістю $P=1\%$ при вільному руслі на ділянці Рені-гирло ($H_{1\%}$ в Рені дорівнює 6,26 мБС)

№ п/п	Пункт	Відстань від гирла, км	Рівні води	
			над «0» поста, см	мБС
1	Рені	163,3	590	6,26
2	Ізмаїл	93,6	403	3,85
3	Кислиця	68,0	326	2,79
4	Кілія	47,0	238	2,05

Продовження табл. 1

№ п/п	Пункт	Відстань від гирла, км	Рівні води	
			над «0» поста, см	мБС
5	Ліски	27,5	172	1,29
6	Вилкове	18,0	165	0,90
7	Прірва	3,6	83,9	0,21
8	Приморське	0	499	-0,01

При льодоході і забезпеченості $P=1$ % встановлені відмітки рівнів води за довжиною річки наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Розрахункові рівні води забезпеченістю $P=1$ % при льодоході на ділянці Рені-гирло ($H'_{1\%}$ в Рені дорівнює 6,70 мБС)

№ п/п	Пункт	Відстань від гирла, км	Рівні води	
			над «0» поста, см	мБС
1	Рені	163,3	631	6,70
2	Ізмаїл	93,6	430	4,12
3	Кислиця	68,0	347	3,00
4	Кілія	47,0	254	2,21
5	Ліски	27,5	182	1,39
6	Вилкове	18,0	173	0,98
7	Прірва	3,6	86,6	0,24
8	Приморське	0	500	0

В дельті Дунаю широко поширеними є згони і нагони, які як зворотні хвилі досягають Ізмаїла і навіть – Рені. З погляду можливого підтоплення прилеглих до річки територій, особливу небезпеку мають нагони. Частіше за все вони спостерігаються весною і восени при вітрах північно-східних румбів. Осінні нагони в гирловій частині Дунаю не можуть мати катастрофічних наслідків, оскільки в цей період рівневий режим наближається до меженого. В той же час весняні нагони можуть накладатися на основну хвилю повені і тим самим підсилювати небезпеку підтоплення прируслових територій.

Якщо весняна повінь супроводжується льодоходом, то на окремих ділянках можуть спостерігатися ще й льодові явища, які сприяють зростанню рівнів води верхніх б'єфів. Подібні випадки описані в [2]. Зокрема, наприкінці лютого 1969 р. заторні рівні в районі Вилкове призвели до катастрофічних наслідків для населення і всієї інфраструктури. Враховуючи викладене, слід рекомендувати при встановленні рівнів води рідкісної ймовірності перевищення врахувати ці особливості гідрологічного режиму річки Дунай в його дельтовій частині. Рівні нагонів нами прийняті, виходячи з випадку, що мав місце в березні 1970 р.

Відмітки рівнів води забезпеченістю $P=1$ % за довжиною річки при наявності нагонів і заторних явищ розраховані по двох варіантах (з урахуванням явищ нагонів та особливостей гідрологічного режиму р. Дунай, а також визначення цих величин у відповідності до нормативних документів) [3].

Нижче надаються розрахункові величини рівнів води забезпеченістю $P=1$ %.

На заторах мало місце два випадки, які істотним чином вплинули на рівневий режим в дельті Дунаю. Зокрема, 18-22 лютого 1969 року під час затору відбувалося катастрофічне підвищення рівнів води у м. Вилкове (до 241 см над «0» графіка поста або 1,76 мБС). Це значення на 86 см перевищило рівень водопілля, але мало повторюваність 1 раз у 100 років при вільному руслі. Якби водопілля забезпеченістю $P=1$ % супроводжувалося ще й льодоходом, то і в цьому випадку заторний рівень був

би на 68 см вищий за $H'_{1\%}$. Навіть у разі небувалого нагону 1970 року і за умови проходження паводку 1%-ої забезпеченості перевищення заторний рівень води у м. Вилкове не був би перевищений на величину до 38 см.

Таблиця 3 – Розрахункові рівні води $H_{1\%}$ за наявності нагонів і забезпеченості $P=1\%$ за довжиною української ділянки р. Дунай

№ п/п	Пункт	Відстань від гирла, км	Рівні води	
			над «0» поста, см	мБС
1	Рені	163,3	590	6,26
2	Ізмаїл	93,6	411	3,93
3	Кислиця	68,0	327	2,80
4	Кілія	47,0	258	2,25
5	Ліски	27,5	204	1,61
6	Вилкове	18,0	203	1,28
7	Прірва	6,3	130	0,67
8	Приморське	0	571	0,67

Підйом рівнів води в період лютевого затору 1985 року у м. Рені досягав 545 см над «0» графіка поста або 5,81 мБС. Це на 10 см більше, ніж якби паводок 10%-ої забезпеченості супроводжувався льодоходом, але на 0,45 см був би меншим, ніж при проходженні паводку 1 % забезпеченості, навіть при вільному руслі.

Захисні споруди – дамби уздовж Дунаю, являють собою земляні насипи, які знаходяться при високих рівнях р. Дунай у постійному підпорі. Як уже відзначалося, захисні дамби побудовані й існують більше 50 років. Дамби будувались поступово за проектом, іноді і без проекту, за застарілими нормами.

Нами в основу розрахунку по визначенню підвищення гребеня захисних дамб над рівнем горизонту високих вод покладені такі вимоги:

- горизонт води в р. Дунай відповідає 1%-й забезпеченості;
- висота вітрового нагону над горизонтом води також відповідає 1 %-й забезпеченості;
- висота суднової хвилі над розрахунковими горизонтами від нагону відповідає забезпеченості $P=1\%$;
- нарощування дамб повинно враховувати сейсмічне навантаження.

У результаті виконаних досліджень отримані розрахункові величини по створах захисних дамб з урахуванням нагонів, накату суднових хвиль, льодових явищ, які наведені у табл. 4.

Висновки. На основі виконаних досліджень рівневого режиму і розрахунків максимальних витрат р. Дунай рідкісної повторюваності пропонується нова науково-методична база для розрахунку максимального стоку р. Дунай з урахуванням особливостей нагінних вітрових явищ і льодяних заторів. Отримані результати дали можливість визначити розрахункові відмітки гребенів захисних дамб.

Ці визначені проектні абсолютні відмітки гребенів захисних дамб повинні стати основним документом при складанні довгострокових програм і поточних проектів ремонту і реконструкції.

Навіть при високих рівнях води в річці за сильних вітрів північно-східних румбів нагони у вигляді зворотної хвилі можуть досягати м. Рені. Урахування їх при побудові кривих вільної поверхні з цієї причини є обов'язковим, особливо на ділянці узмор'я – м. Вилкове. В період проходження по річці льодоходу можливе збільшення рівнів води у всіх створах в середньому на 6,5%, в порівнянні з вільним руслом.

Таблиця 4 – Розрахункові величини рівнів води по створах захисних дамб

№ створу	Відстань від гирла, км	Населений пункт	Відмітки в мБС			
			ГВ при P=1%	ГВ _{set}	Δh_{run}	∇ ГД, мБС
1	163,3	Рені	5,98	6,08	0,86	7,44
2		Новосел	5,37	5,47	0,90	6,87
3			4,94	5,05	0,73	6,27
4			4,94	5,11	0,73	6,27
5		Ізмаїл	4,45	4,57	0,64	5,71
6		Стара Некрасівка	3,80	4,00	0,86	5,36
7		Кислиця				4,93
8		Кілія	2,47	2,80	0,64	3,94
9		Ліски	1,77	2,27	0,73	3,50
10		Ліски				3,46
11		Вилкове	1,02	1,80	1,07	3,37
12		Прірва				
13		Приморське				

Затори поширені повсюдно на пригирловій ділянці річки, але лише в окремих створах, а також в окремі роки вони можуть представляти підвищену небезпеку для паводкозахисних дамб і затоплення прилеглих до русла територій.

Розрахунковими (у діапазоні забезпеченостей 1-10 %) при побудові кривих вільної поверхні води на ділянці річки Дунай від м. Рені до м. Вилкове є рівні води в районі м. Вилкове – від затору (рекомендується за розрахунковий взяти рівень води, що спостерігався під час затору 1970 року, рівний 1,76 мБС); на ділянці м. Вилкове – м. Кілія – розрахунковими є рівні води з урахування вітрових нагонів (при забезпеченості P=1 % у м. Ліски $H_{1\%}=1,78$ мБС, а в м. Кілія, відповідно – 2,25 мБС; при забезпеченості P=10 % у м. Ліски $H_{10\%}=1,55$ мБС, а в м. Кілія – 1,90 мБС).

На ділянці м. Кілія – м. Рені за розрахункові слід взяти рівні води, які супроводжуються льодоходом по річці (при забезпеченості P=1%, відповідно: по м. Рені – 6,70 мБС, по м. Ізмаїл – 4,12 мБС; при забезпеченості P=10%, аналогічно: по м. Рені – 5,71 мБС, по м. Ізмаїл – 3,49 мБС).

Список літератури

1. В.Н. Михайлов. Гидрология дельты Дуная. – Изд-во «Геос», 2004. – 448 с.
2. Я.Д. Никифоров, К.М. Дьяков. Гидрология устьевой области Дуная. –Л.:Гидрометеоздат, 1963. –383 с.
3. *Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик.*–Л.:Гидрометеоздат, 1984. – 448 с.

Расчетные отметки защитных сооружений (на участке р. Дунай от г. Рени до г. Вилково).

Кулибабин А.Г.

В статье приведены расчеты величин уровня воды р. Дунай обеспеченностью P=1 % (с учетом ледовых явлений и ветрового нагона), которые положены в основу расчетов по определению превышения гребня защитных дамб вдоль украинского берега.

Ключевые слова: катастрофические паводки, максимальный сток, уровни воды, весенний паводок, затопление территории.

Estimated mark protective structures at the site river Danube (from Reni to Vilково). Kulibabin O.G.

The paper presents calculations of the values of the water level river Danube software P=1 % (including ice phenomena and wind onset), which are the basis for determining the excess crest dams along the Ukrainian coast.

Key words: floods, maximum runoff, water level, spring flood inundation area.