

## Лекція 4. Гідрологія озер, водосховищ

**Мета лекції:** ознайомлення з видами озер, засвоєння основних фаз вивчення основних типів водосховищ, отримання навичок визначення водного балансу, ознайомлення із гідрологічним режимом водосховищ.

### План

1. Озера: класифікація, рух води, елементи температурного і газового режимів.
2. Водосховища, їх призначення, типи, характеристики.
3. Гідрологічний режим водосховищ. Значення в народному господарстві.

### **1. Озера: класифікація, рух води, елементи температурного і газового режимів.**

Озера – це природні водойми, котрі являють собою западини різної форми і величини, заповнені водою, постійний рух якої в межах улоговини або відсутній або уповільнений.

За водним балансом виділяють наступні типи озер: безстічні, які не мають ні поверхневого, ні підземного стоку; стічні озера, з поверхні яких вода витрачається на випаровування і на поверхневий та підземний стік; озера з перемінним стоком, які мають стік під час водопіль та паводків, а в межень належать до безстічних озер.

За ступенем солоності виділяють прісні озера (вміст солі до 1г/кг або 1%), солонуваті (солоність 1-24,7%); солоні (вміст солі 24,7-47%), мінеральні (солоність 47%).

За хімічним складом озера поділяють на три групи: гідрокарбонатні з переважанням іонів  $\text{HCO}_3^-$ ; сульфатні з переважанням сірчанних сполук; хлоридні з переважанням іонів  $\text{Cl}^-$ .

Коливання рівнів, які відбуваються при постійному об'ємі водної маси, називаються денівеляція. Рух озерної води може бути коливальним (сейші, хвилі) або поступальним (згони, нагони, перемішування).

Хвилювання виникає під впливом вітру. Максимальна висота хвиль 3...6м.

Сейші – ці стоячі хвилі. Виникають при згонах і нагонах, різкій зміні атмосферного тиску, при сейсмічних рухах. При сейшах у водоймі завжди є точка, або декілька точок, навколо яких відбувається рух води. Такі точки називаються вузлами (рис. 1.2).

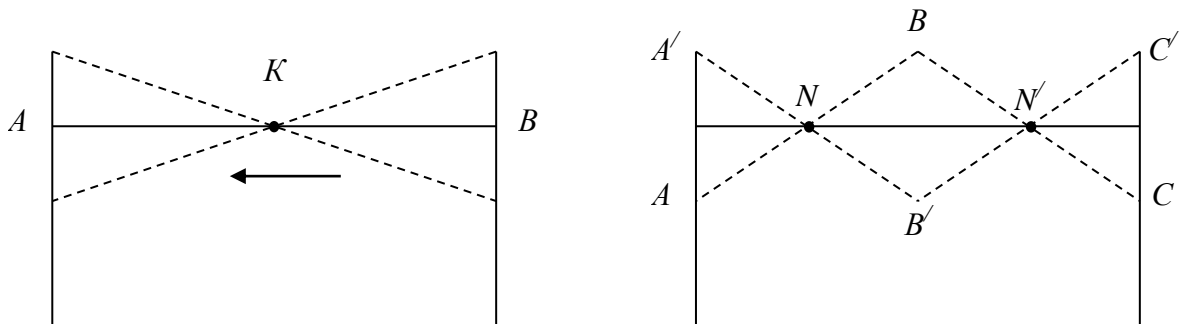


Рисунок 1 – Сейші на озерах а) <sup>а)</sup>одновузлові; б) <sup>б)</sup>двувузлові

Основним джерелом тепла, яке надходить на водну поверхню озера в літній період, є сонячна радіація. Основними втратами тепла є втрати на випаровування. Кількість поглиненої водою сонячної радіації має максимум у червні, мінімум – у грудні. Якщо температура води зменшується від поверхні озера до дна, то в озері встановлюється пряма температурна стратифікація. Якщо температура води з глибиною підвищується, то в озері встановлюється обернена температурна стратифікація, характерна для зимового періоду.

Навесні та восени товща води має однорідну температуру. Такий стан води називається газотермією. Конвекційне перемішування або вертикальна циркуляція обумовлюється різницею густини води на різних глибинах. Динамічне перемішування сприяє перенесенню тепла в глиб водойми і вирівнюванню температури за будь-якої стратифікації.

1. **Водосховища, їх призначення, типи, характеристики.** Водосховище - це штучна водойма, що створена для накопичення та послідуочого використання води і регулювання стоку. Водосховища утворюються після перегороджування русла та заплави річки греблею. Вони поєднують у собі ознаки озера та річки. Типи водосховищ. Згідно з класифікацією К.К. Едельштейна розрізняють долинні і улоговинні водосховища. Долинні мають ложе, що являється частиною річної долини (відрізняються наявністю ухилу дна і зростанням глибини в напрямку від верхньої частини до греблі).

Улоговинні - це підперті (зарегульовані) озера та водосховища, розташовані в ізольованих низинах, відгороджених затоках, лиманах. Заплава

- це частина річної долини, яка заливається водою під час повені. Невеликі водосховища, площа яких не перевищує  $1 \text{ км}^3$ , називаються ставками.

За способом заповнення водою розрізняють загатні водосховища, їх наповнює вода водотоку, на якому вони розташовані, та наливні, в які вода подається із розташованого поблизу водотока.

За географічним положенням виділяють гірські, передгірські, рівнинні та приморські водосховища: гірські - вузькі та глибокі, відрізняються підвищенням рівню до 300 м і більше внаслідок улаштування греблі; на передгірських водосховищах висота напору становить 50-100 м; рівнинні водосховища мають напір не більш 30 м; приморські мають невеликий напір в декілька метрів. За місцем розташування в річному басейні розрізняють верхові та низові водосховища. Система водосховищ на річці називається каскадом. За ступенем регулювання річного стоку розрізняють водосховища багаторічного, сезонного, тижневого і добового регулювання.

Період наповнення, період спрацювання - важливі характеристики, на які розраховуються водосховища. Накопичення води триває до періоду досягнення нормального підпертого рівня (НПР). Під час водопілля допускається перевищення НПР на 0,5-1 м. Такий рівень називають форсований підпертий рівень (ФПР). Гранично можливий низький рівень називається рівнем мертвого об'єму (РМО). Об'єм водосховища, який знаходиться нижче РМО, називається мертвим об'ємом (МО). Для регулювання стоку використовується об'єм розташований між РМО та НПР, який називається корисним об'ємом (КО). Повний об'єм - це сума корисного та мертвого об'ємів. Об'єм, що розташований між НПР та ФПР називають резервним об'ємом (РО).

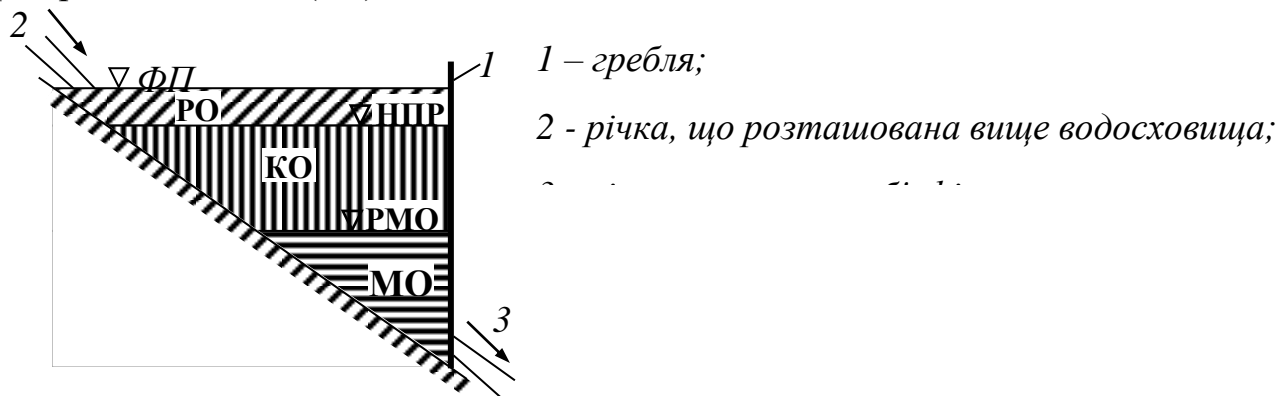


Рисунок 2 – Основні елементи водосховища

**2. Гідрологічний режим водосховищ. Значення в народному господарстві.** Водний баланс є найхарактернішим показником, що визначає гідрологічний режим водосховища.

Характерна особливість водного балансу водосховищ - перевага притоку річних вод в період наповнення та перевага стоку води у витратній частині рівняння водного балансу. Водний баланс має вигляд:

$$X + Y_{\text{пр}} + Y_{\text{скд}} + Z_{\text{конд}} + W_{\text{пр}} = Y_{\text{ст}} + Y_{\text{вздб}} + Z_{\text{вип}} + W_{\text{ст}} \pm \Delta U, \quad (1)$$

де  $X$  – осадки;  $Y_{\text{пр}}$  - надходження води з поверхні;  $Y_{\text{скд}}$  - скид стічної води;

$Z_{\text{конд}}$  - конденсація водяного пару;  $W_{\text{пр}}$  – підземний притік;  $Y_{\text{ст}}$  - поверхневий стік;  $Y_{\text{вздб}}$  - водозабір для господарських потреб;  $Z_{\text{вип}}$  – випаровування;  $W_{\text{ст}}$  - підземний відтік;  $\Delta U$  - зміни рівню води.

На долю осадів припадає приблизно 2-3%, на долю випаровування - не більш 10% витрат води. Коливання рівню води відбувається внаслідок штучного регулюємого процесу наповнення або спрацювання водосховища. Значення коливання рівню по сезонам складає 5-7 м, на гірських водосховищах - 50-80 м. Течії у водосховищах відрізняються складною структурою. У водосховищах з великою площею поверхні спостерігаються вітрові течії. Хвилювання залежить від розміру водосховищ. Висота хвиль досягає

2-3 м. Важливими наслідками вітрових хвилювань є вертикальне переміщення води.

Водосховища уповільнюють водообмін у гідрографічній мережі річних басейнів . Спорудження водосховищ сприяло збільшенню об'єму води суші приблизно на 6 тис.км<sup>3</sup> та уповільненню водообміну приблизно у 5 разів. Щодо Дніпра, то його водообмін уповільнився у 7-11 разів.

Спорудження водосховищ викликає як зменшення стоку води в результаті додаткових витрат на випарення з поверхні водойми, так і стоку наносів, біогенних та органічних речовин внаслідок їх накопичення у водоймі.

Загальне зменшення річкового стоку у порівнянні з природними умовами (до спорудження водосховища) можна оцінити за допомогою рівняння:

$$\Delta W = (z_g - z_c) \times (F_{\text{вдсх}} - F_p) \times 10^{-6}, \quad (2)$$

де  $\Delta W$  - зменшення річного об'єму стоку, м<sup>3</sup>;

$Z_v, Z_c$  - випарення з водної поверхні та суші за рік, мм;  $F_{\text{вдсх}}, F_p$  - площі відповідно водосховища та поверхні ріки біля місця штучної водойми до її утворення, км<sup>2</sup>.

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Яким чином утворюються озера?
2. Що таке денівеляція?
3. Які типи водосховищ вам відомі?
4. Яке значення мають водосховища для народного господарства?
5. Як впливає спорудження водосховищ на навколишнє середовище?