

### Лекція 3. Річкові наноси. Руслові процеси. Термічний і криговий режими річок

**Мета лекції:** ознайомлення з видами річкових наносів, засвоєння характеристик руху річкових наносів, ознайомлення із мікроформами, мезоформами та макроформами річного русла, засвоєння кількісних характеристик термічного і кригового режиму річок.

#### План

1. Характеристики, класифікація річкових наносів.
2. Рух річкових наносів.
3. Руслові процеси, їх типізація. Мікроформи, мезоформи та макроформи річного русла.
4. Термічний і криговий режими річок.

**1. Характеристики, класифікація річкових наносів.** Річкові наноси – це тверді частинки, що переносяться потоком та утворюють руслові та заплавні відкладення. Наноси, що складають дно річки, називаються донними відкладеннями або алювієм.

Важливими характеристиками наносів являються: геометрична крупність  $D$ , мм; гідравлічна крупність  $w$ , мм/с, мм/хв; густина  $\rho$ , кг/см<sup>3</sup> (наприклад  $\rho_{\text{піска}} = 2650$  кг/м<sup>3</sup>); густина відкладень  $\rho_{\text{відкл}}$ , кг/м<sup>3</sup> (густина мулових відкладень 500-1000 кг/м<sup>3</sup>, піщаних - 1500-1700 кг/м<sup>3</sup>, змішаних - 1000-1500 кг/м<sup>3</sup>);

- концентрація наносів:

$$S = \frac{m}{V} \left[ \frac{\text{г}}{\text{м}^3}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right] \quad (1)$$

де  $m$  – маса наносів, г, кг;  $V$  – об'єм наносів, м<sup>3</sup>.

За геометричною крупністю наноси поділяють на наступні фракції: глина, мул, пил, пісок, гравій, галька, валуни.

**2. Рух річкових наносів.** Із загальної кількості частина наносів переноситься водами річок у завислому стані, а частина перетягується по дну. В залежності від цього річкові наноси поділяються на завислі і донні.

Завислі наноси. Відрив частинок наносів від дна зумовлений підйомною силою  $F_{\text{п}}$ , яка виникає внаслідок несиметричного обтікання їх потоком. Крім підйомної сили в потоці існує і лобова сила  $F_{\text{л}}$ , яка діє на грань частинки, що повернута проти течії. Швидкість, з якою тверді частинки рівномірно опускаються в стоячій воді на дно, називається гідравлічною крупністю (мм/с).

Завислі наноси переносяться у товщині річного потоку при умові:

$$U_z^e \geq w, \quad (2)$$

де  $U_z^e$  – вертикальна складова вектора швидкості течії;  $w$  – гідравлічна крупність наносів.

Наноси, крупність яких перевищує 1,5 мм, осаджуються з підвищеними швидкостями, тобто їх рух характеризується турбулентним режимом. Взаємозв'язок між гідравлічною та геометричною крупністю визначається рівнянням:

$$w = k \sqrt{\frac{g(\rho_n - \rho_e)D}{\rho_e}},$$

(1.14)

де  $\rho_n$ ,  $\rho_e$  – питома вага наносів та води відповідно, кг/м<sup>3</sup>;  $k$  – коефіцієнт, який залежить від форми частинок.

Процес осадження наносів, крупність яких менше, ніж 0,15 мм, характеризується ламінарним режимом:

$$w = \frac{g(\rho_n - \rho_e)D^2}{18 \cdot \rho_e \cdot \nu}, \quad (3)$$

де  $\nu$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості.

Наноси крупністю 0,15-1,5 мм характеризуються перехідним режимом падіння.

Донні наноси. Наноси, гідравлічна крупність яких перевищує вертикальну складову швидкості течії, опускаються на дно річки і стають донними. Вони переміщуються по дну річки шляхом повзання, перекатування, сальтацією (стрибокподібно).

Між масою частинок, які переміщуються по дну, і швидкістю, при якій ці частинки рухаються, існує залежність, названа законом Ері:

$$M = A \cdot V^6, \quad (4)$$

де  $M$  – маса частинок;  $V$  – швидкість руху;  $A$  – постійний коефіцієнт.

Якщо швидкості потоків рівнинного та гірського характеру мають, наприклад, співвідношення 1:3, то вага донних частинок, які переносяться потоком, буде приблизно у співвідношенні 1:729.

Транспортуюча здібність потоку ( $R_{тр}$ ) - це гранична сумарна витрата наносів, які в даних умовах переносить річка:

$$R_{mp} = k \frac{V^3}{gh_{cp} \omega} Q = S_{mp} \cdot Q, \quad (5)$$

де  $S_{тр}$  - мутність, що відповідає транспортуючій здібності потоку;  $Q$  – витрата води;  $\omega$  - середня гідравлічна крупність.

**3. Руслові процеси, їх типізація. Мікроформи, мезоформи та макроформи річного русла.** Руслові процеси - це постійні зміни морфологічної будови річного русла і заплави, які обумовлюються дією течії.

Руслові утворення – це накопичення наносів, які створюють форми рельєфу річного русла та заплави різного розміру: мікро-, мезо-, макроформи.

Мікроформи - донні гряди за розміром менші, ніж глибина русла. Мезоформи - гряди, які дорівнюють поперечним розмірам русла (річкові перекати, осередки, невеликі острова). Макроформи - крупні однорідні ділянки річного русла, які представлені прямолінійними ділянками, звивинами, меандрами.

При підвищенні витрати наносів уздовж русла ріки відбувається розмив русла (ерозія); при зменшенні витрат наносів - намив (акумуляція наносів). При умові  $R > R_{тр}$  має місце відкладення наносів або намив дна; при  $R < R_{тр}$  – дно розмивається.

**4. Термічний і криговий режими річок.** Сезонні зміни температури води: взимку крига має температуру приблизно 0°C. Температура води змінюється із зміною температури повітря, але з відставанням, максимальна температура

води завжди менша максимальної температури повітря. Максимальна температура води буває в липні-серпні (25-34°C). Восени води річок віддають акумульоване тепло в атмосферу.

Добові зміни температури теж відстають від зміни температури повітря. Мінімальна температура води в ранкові години, максимальна - о 15<sup>00</sup>-17<sup>00</sup> години. На великих ріках добова різниця температур складає 1-2<sup>0</sup> С. В цілому ж на малих річках добові коливання температури води більші, ніж на великих.

Зміни у просторі. Так для великих річок, які течуть з півдня на північ, характерні великі контрасти між температурою поверхні. В літній період зменшується температура води в річках, розташованих нижче водосховищ, що пояснюється надходженням у нижній б'єф гідровузлів глибинних вод із водосховищ. Температура взимку може підвищуватись у місцях скиду стічної води.

Льодовий режим річок – це зміна в часі процесів виникнення, розвитку і руйнування льодових утворень. В льодовому режимі замерзаючих річок виділяють 3 фази: замерзання, льодостав і скресання.

Кригові явища починаються при нульовій температурі. У початковій фазі утворюється "сало", тобто шматки крижаної плівки, які пливуть за течією. "Сало" зберігається на протязі 3-8 діб. Одночасно біля берегів, де швидкість течії менша, утворюються "забереги" - вузькі нерухомі смужки тонкого льоду. На річках України забереги з'являються спочатку на північному сході (у другій декаді листопада), на заході, півдні – на початку грудня. У випадку переохолодження річної води і наявності ядер кристалізації утворюється внутрішньоводний лід. Якщо його утворення відбувається на дні, він називається донним льодом. Накопичення внутрішньоводного льоду в середині потоку називається шугою. Осінній кригохід продовжується 10-12 днів, для малих річок його тривалість складає 7 днів. Закупорка русла льодовою масою називається зажором. Іноді утворюються затори при закупоренні русла шматками криги, які рухаються.

Льодостав – це період, протягом якого на річках стоїть нерухомий льодовий покрив. Це також процес утворення суцільного льодового покриву. На початку льодоставу товщина льоду не перевищує 5...10 см, у лютому-березні збільшується до 30...60см, а річках північного сходу України досягає 80...135см.

Інтенсивність льодоходу (густина льоду) оцінюється в балах: на річках – за 10-бальною системою, на озерах і водосховищах – за 3-бальною. Тривалість весняного льодоходу в середньому складає 5...10 днів.

Скресання річок відбувається на початку весни, коли крига починає руйнуватися.

#### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як відбувається процес утворення річкових наносів?
2. Яким чином рухаються завислі наноси?
3. Яка залежність описується законом Ері?
4. Що представляють собою мікро-мезо- та макроформи річного русла?
5. Як змінюється температура води у водотоці на протязі доби, на протязі року, у просторі?