

Лекція 15. Судноплавні лісо- і рибопропускні споруди

Мета лекції: ознайомлення з видами водних шляхів, усвідомлення особливостей роботи судноплавних каналів та судноплавних шлюзів, засвоєння конструктивних особливостей лісопропускних споруди, розуміння принципів роботи рибопропускних та рибозахисних споруд.

План

1. Класифікація водних шляхів.
2. Судноплавні канали та судноплавні шлюзи.
3. Суднопідйомники.
4. Суднопідйомники.
5. Лісопропускні споруди.
6. Рибопропускні та рибозахисні споруди.

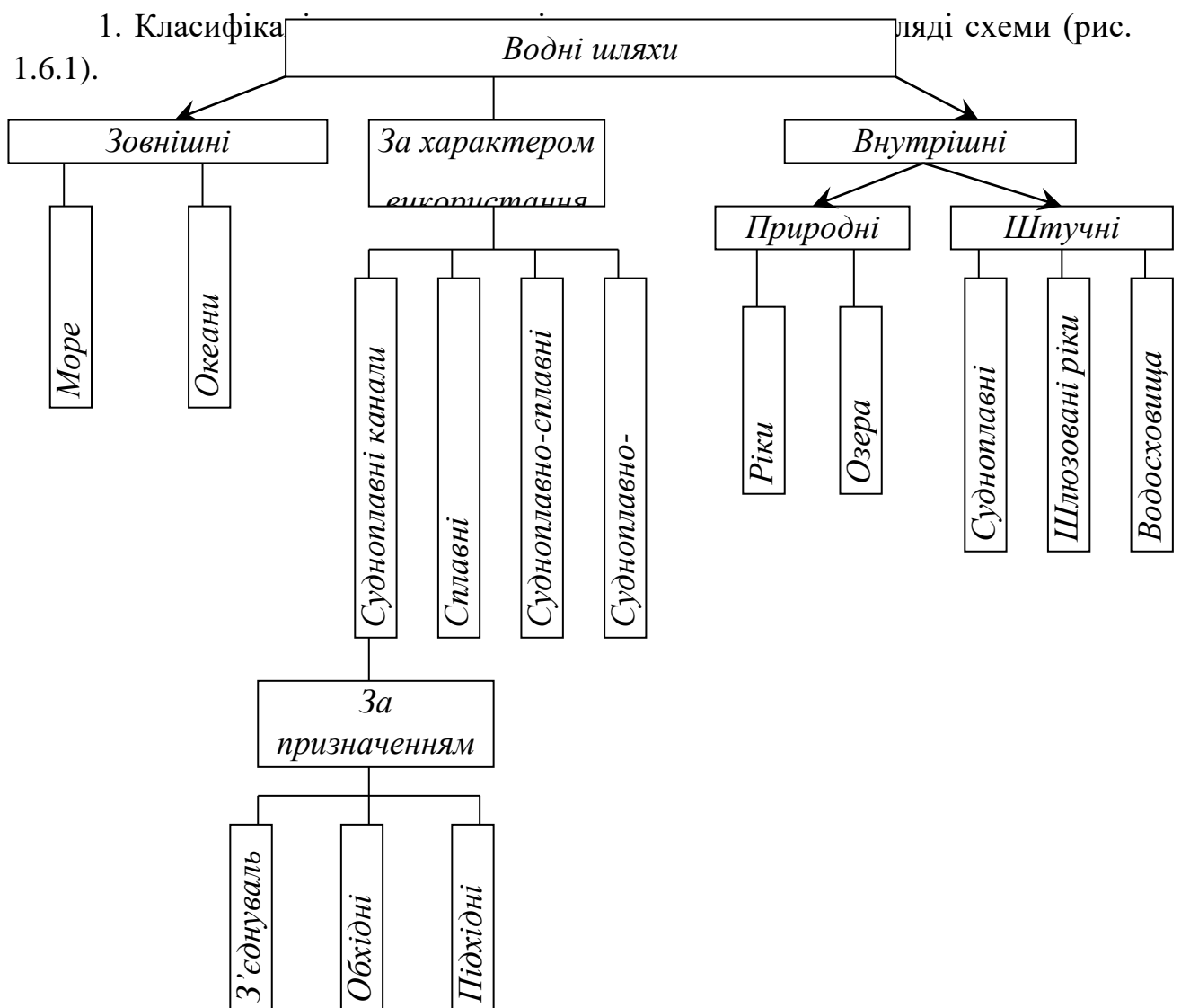


Рисунок 1.6.1 – Класифікація водних шляхів

З'єднувальні канали влаштовуються для створення транзитного водного шляху.

Обхідні канали влаштовують для подолання перешкод.

Підхідні канали влаштовують тупиковими, їм відведена роль під'їзних шляхів.

2. Судноплавні канали влаштовують, як правило, для двостороннього руху, будівництво каналів з одностороннім рухом допускається лише при достатньому обґрунтуванні.

Ширина каналу на рівні осадки завантажених суден (рис.1.6.2) повинна бути:

$$b_{oc} \geq 2 b_s + 3 \Delta b , \quad (1.6.1)$$

де b_s – ширина найбільшого судна;

Δb – відстань між зустрічними суднами.

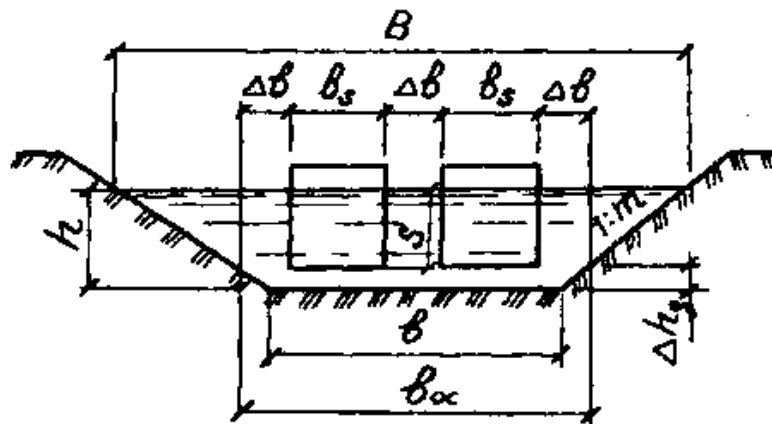


Рисунок 1.6.2 – Схема розташування двох зустрічних суден в судноплавному каналі

Глибина води в каналах при найнижчому судноплавному рівні:

$$h = S + \Delta h_3 , \quad (1.6.2)$$

де S – величина осадки судна по ходу з урахуванням різниці осадки носа або корми (диферента);

Δh_3 – величина запасу під днищем судна (0,15...0,35 м).

В проектуванні поперечного перерізу каналів враховується профільний коефіцієнт $h_{пр}$:

$$h_{пр} = S / \Theta , \quad (1.6.3)$$

де S – площа живого перерізу каналу, при найнижчому судноплавному рівні;

Θ – площа підводної частини перерізу.

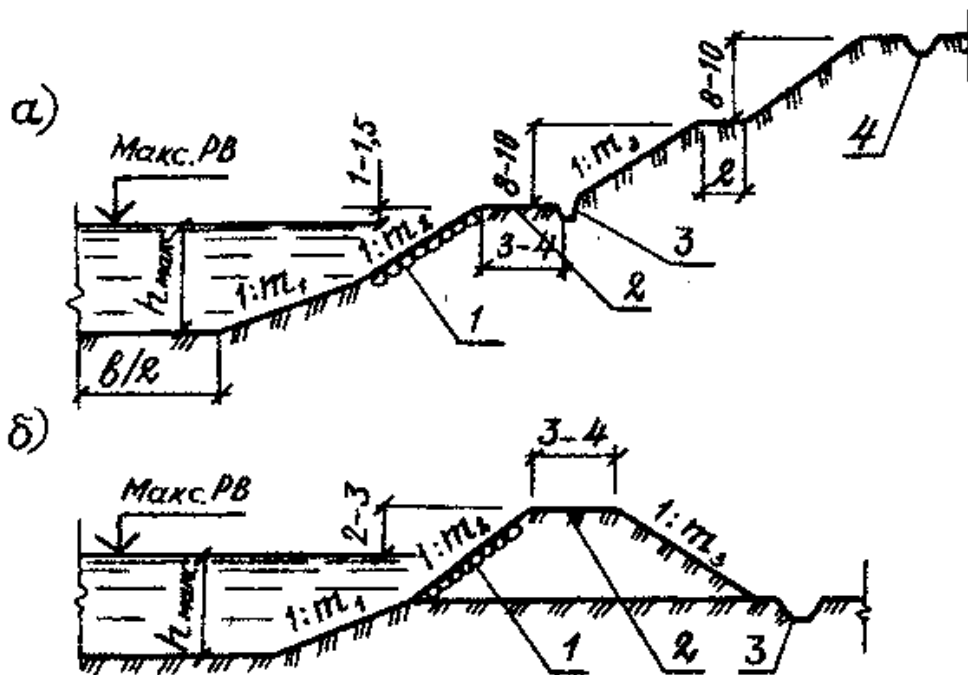
Значення $h_{пр}$ приймається [11]:

– $h_{пр} = 4$ для каналів на водних шляхах I категорії;

– $h_{пр} = 3,5$ – II категорії;

– $h_{пр} = 3$ – III категорії.

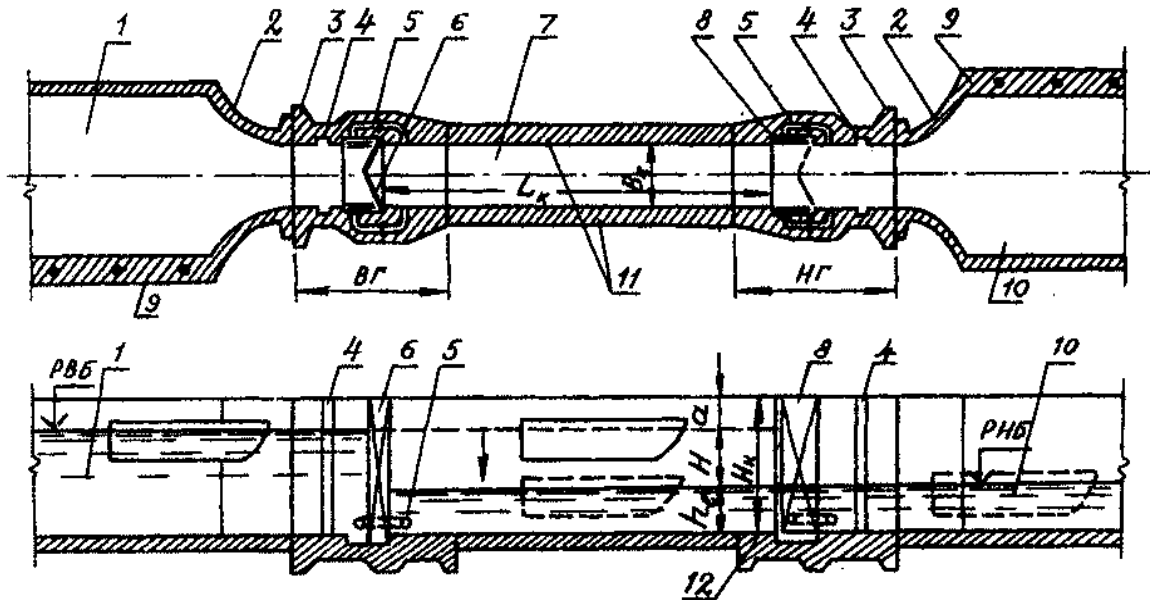
Для огляду і ремонту каналів на обох бровках влаштовують берми-дороги шириною 3...4 м (рис. 1.6.3), перевищення води приймається 1,0...1,5 м – для каналів, що проходять у виїмці; 2...3 м – для каналів у насипу.



а – у виїмці; б – в насипу; 1 – кріплення; 2 – берма; 3 – кювет;
4 – нагірна канава.

Рисунок 1.6.3 – Типові поперечні перерізи судноплавних каналів

Судноплавні шлюзи – це гідротехнічні споруди, які служать для переміщення плаваючих засобів (суден, плотів, барж, тощо) з одного б'єфа в інший в місцях різкої зміни рівнів. Схема шлюзу представлена на рис. 1.6.4.



1, 10 – верхній та нижній підхідний канал; 2 – направляючі пали; 3 – зворотні стінки; 4 – пази для мандар; 5 – водопровідні галереї із затворами; 6 – верхні ворота; 7 – камера шлюзу; 8 – нижні ворота (відкриті); 9 – причальна стінка; 11 – стінка камери; 12 – дно камери; ВГ – верхня голова; НГ – нижня голова; L_k – довжина камери; V_k – ширина камери; H_k – висота камери; H – напір на шлюз; $h_{г}$ – глибина на порозі шлюзу; a – запас висоти стінок.

Рисунок 1.6.4 – Схема однокамерного шлюзу

Послідовність шлюзування (пропуск плаваючого складу через судноплавний шлюз):

- 1) відкриваються затвори водопровідної галереї верхньої голови при закритих верхніх та нижніх воротах, камера наповнюється до рівня верхнього б'єфа, відкриваються верхні ворота і судно вводиться в камеру, верхні ворота закриваються;

- 2) відкриваються затвори галереї нижньої голови, камера спорожнюється і судно опускається до рівня нижнього б'єфа, відкриваються нижні ворота і судно виводиться з камери для подальшого плавання.

Аналогічно проводиться шлюзування з нижнього у верхній б'єф.

Корисна довжина камери [11]:

$$L_{\epsilon} = \sum_1^n l_s + \sum_1^{n+1} \Delta l, \quad (1.6.4)$$

де $\sum_1^n l_s$ – сума довжини суден, що шлюзуються одночасно;

n – кількість суден, що одночасно шлюзуються;

Δl – запас по довжині камери:

$$\Delta l = 2 + 0,03 l_s \quad (1.6.5)$$

Корисна ширина камери:

$$B_{\epsilon} = \sum_1^{h_1} b_s + \sum_1^{h_1+1} \Delta b_s, \quad (1.6.6)$$

де $\sum_1^{h_1} b_s$ – сума ширини суден, що одночасно шлюзуються;

Δb_s - запас по ширині в кожному сторону і між рядами суден, що стоять поруч (0,2...1,0 м);

n_1 - число рядів суден, що одночасно шлюзуються.

Глибина води на порозі шлюзу h_1

$$h_1 \geq 1,3 S, \quad (1.6.7)$$

де S – статична осадка навантаженого судна.

Повна висота стін камери

$$H_k = h_1 + H + a, \quad (1.6.8)$$

де H – напір (різниця б'єфів);

а – перевищення верха над рівнем верхнього б'єфа (запас), 0,5...1,0 м.

Зливна призма – це об'єм води, який містить камера:

$$V = S H , \quad (1.6.9)$$

де V – зливна призма;

S – площа дзеркала води в камері;

H – напір на шлюзі.

Розрахункова добова потреба у воді на шлюзування для однокамерного шлюзу [12]

$$\sum V_{\text{доб}} = 0,75 n_{\text{max}} \cdot V_{\text{max}} , \quad (1.6.10)$$

для багатокамерного шлюзу

$$\sum V_{\text{доб}} = n_{\text{max}} \cdot V_{\text{max}} , \quad (1.6.11)$$

де n_{max} – максимальна кількість шлюзувань за добу;

V_{max} – максимальний об'єм води в камері.

Середня втрата на шлюзі:

$$Q_i = \frac{\sum V_{\text{вт}}}{86400} + Q_{\text{вт}} , \quad (1.6.12)$$

де $Q_{\text{вт}}$ – втрата води крізь ущільнення:

$$Q_{\text{вт}} = q_{\text{вт}} \cdot \sum l_{\text{ущ}} , \quad (1.6.13)$$

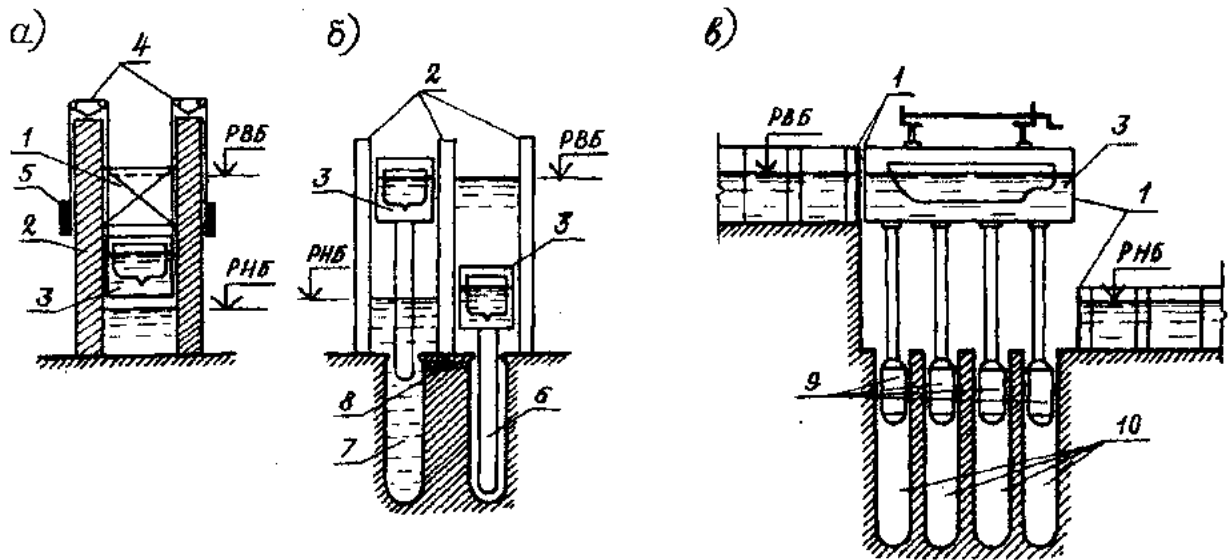
де $q_{\text{вт}}$ – питома втрата води, що дорівнює 0,0015...0,0020 м²/с, якщо H до 10м і 0,0025...0,0030 м²/с – при $H > 10$ м.

$\sum l_{\text{ущ}}$ - повна довжина ущільнень по периметру воріт і затворів голови шлюзу.

3. Суднопідйомники – це суднопропускні споруди, в яких подолання перепадів рівнів між б'єфами здійснюється шляхом перевезення суден на плаву в камері, наповненій водою, або насухо в спеціальних візках.

Вертикальні суднопідйомники в залежності від способу врівноваження

камер поділяють на 3 види: механічні, гідравлічні та поплавкові (рис. 1.6.5).



- а) механічний однокамерний; б) гідравлічний двокамерний;
в) однокамерний з поплавками.

1 – ворота; 2 – опорні направляючі стіни; 3 – камера; 4 – блоки;
5 – противаги; 6 – плунжери гідравлічного пресу; 7 – циліндр;
8 – затвор; 9 – поплавки; 10 – шахти для поплавків.

Рисунок 1.6.5 – Вертикальні суднопідйомники

Механічні суднопідйомники мають приймальну камеру, які відокремлена воротами від нижнього б'єфа, та рухома камеру, врівноважену противагами.

В гідравлічних суднопідйомниках кінцеве положення камер таке, що рівень води у верхній камері трохи нижчий за рівень верхнього б'єфа, в нижній – вищий за рівень нижнього б'єфа. Коли відкривають ворота, у верхню камеру вливається певний об'єм води, з нижньої камери такий же об'єм витікає в нижній б'єф. Після закриття воріт нижня камера виявляється легшою за верхню. Якщо затвор відкривається, верхня камера опускається, виштовхуючи воду з циліндра, в другому циліндрі тиск збільшується і поршень з камерою меншої ваги піднімається.

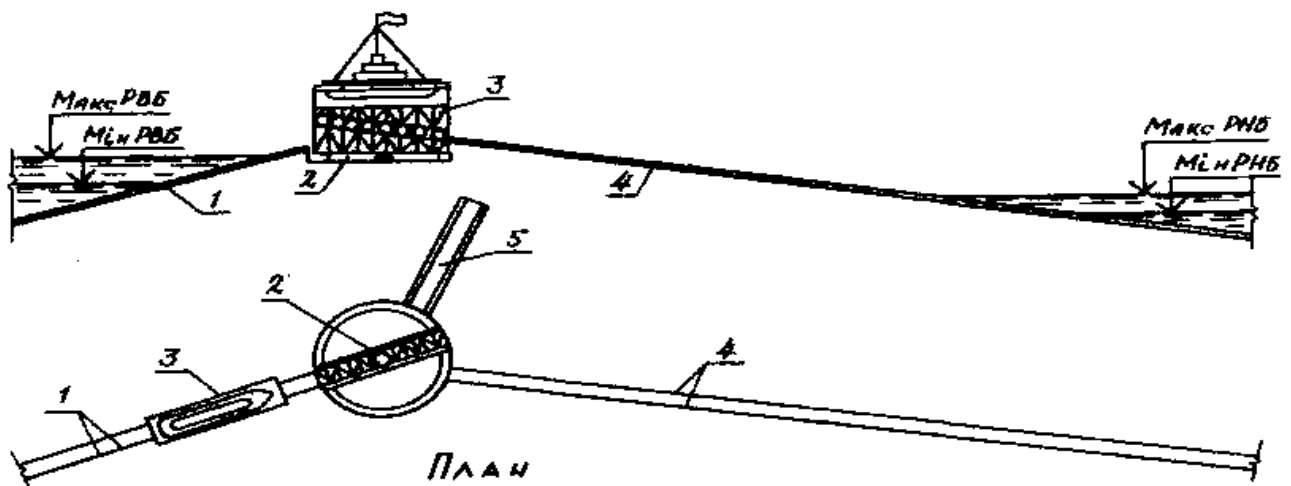
Гідравлічні суднопідйомники не отримали широкого розповсюдження, тому що мають конструктивні та експлуатаційні недоліки.

В поплавкових суднопідйомниках поплавки завжди занурені у воду, їх

підйомна сила дорівнює вазі всіх рухомих частин, коли камера у верхньому б'єфі. Ця рівновага порушується при опусканні металокопструкцій в шахту. В середині поплавків розміщені труби, наповнені повітрям і відкриті знизу. Коли поплавки опускаються в шахти, гідростатичний тиск в них зростає, повітря стискується, зважуюча сила поплавків зменшується на ту ж величину, на яку і зростає внаслідок занурення у воду металокопструкцій каркаса. Головним недоліком поплавкових суднопідйомників є спорудження глибоких шахт значного діаметра.

У вертикальних суднопідйомниках висота підйому камер сягає 36 м, вантажність суден 1000 т, час пропуску судна 20...30 хвилин.

Укісні суднопідйомники влаштовують за різними схемами. Схема поздовжнього двоскатного суднопідйомника представлена на рис. 1.6.6.



- 1, 4 – верхня та нижня суднозна дорога; 2 – поворотний пристрій;
3 – суднозна камера; 5 – тупиковий роз'їзд.

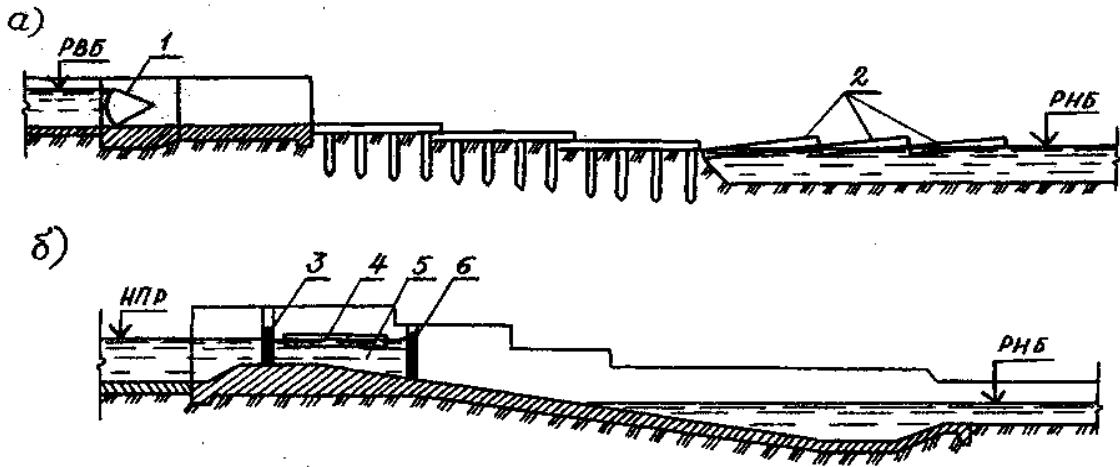
Рисунок 1.6.6 – Схема двоскатного суднопідйомника

4. Лісопропускні споруди призначені для пропуску деревини з верхнього б'єфа в нижній. Застосовують різні типи таких споруд в залежності від технології сплаву деревини, її об'єму, коливань рівнів верхнього б'єфа, забезпеченості глибин в нижньому б'єфі: плотоходи, колодоспуски, механічні плототяги, шлюзи-плотоходи, механічне перевалювання деревини через гідровузол.

Плотоходи влаштовують для пропуску через гідровузли плотового сплаву. Плотоходи поділяються на два основні типи з широкими лотокми по типу колодоспусків із шлюзовою камерою і лотокми.

Плотоходи у вигляді широкого лісоплавного лотка мають ширину 5-20 м, уклін лотка $0,01 \div 0,02$, швидкість течії 2-4 м/с. Глибина води становить від 0,5 м для однорядних плотів до 1,2 м – для трирядних.

Схеми плотоходів показані на рис. 1.6.7.



а) з плавучими шарнірними рамами; б) з шлюзовою камерою:

1 – затвор; 2 – плавучі шарнірні рами; 3 – головні ворота; 4 – пліт;
5 – шлюзова камера; 6 – шлюзові ворота.

Рисунок 1.6.7 – Схеми плотоходів

Колодоспуски влаштовують для сплаву лісу річкою розсипом. У верхньому б'єфі колодоспуски мають самостійний вхід, обладнаний найпростішим затвором. Уклон лотків без посиленої шорсткості становить 1:10, а з посиленою шорсткістю – 1:5 – 1:4. На колодоспусках прямокутного перерізу посилена шорсткість створюється шляхом розміщення на дні поперечних брусів (рис.1.6.8а), для попередження пошкодження поперечних брусів колодами на них накладають поздовжні бруси (рис. 1.6.8 б).

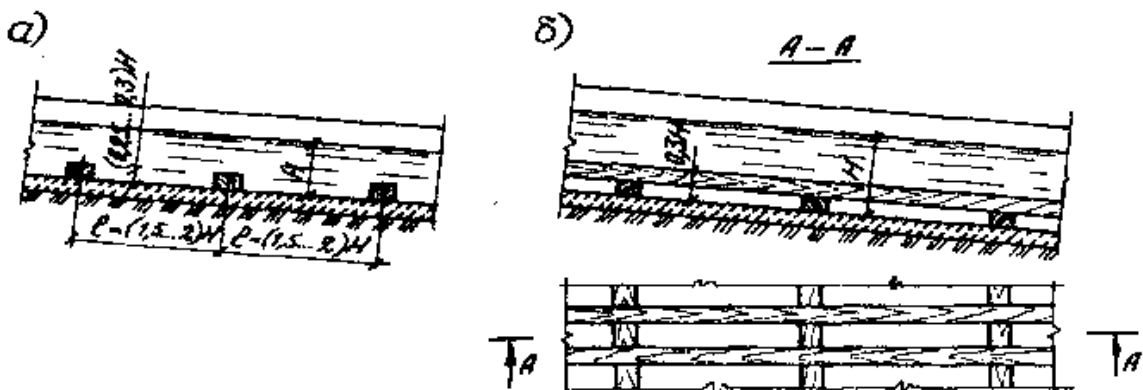
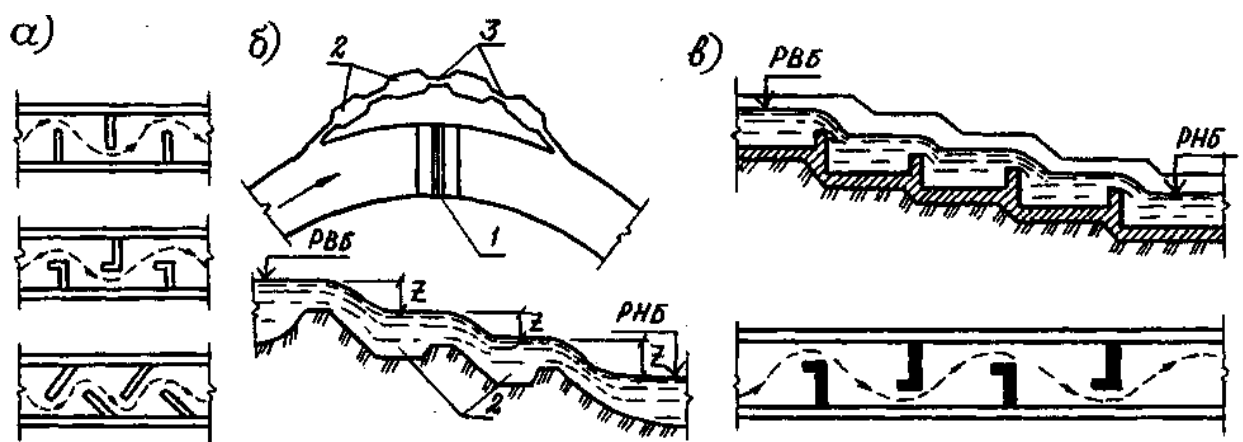


Рисунок 1.6.8 – Посилена шорсткість на колодоспусках прямокутного перерізу

5. До рибопропускних споруд відносяться рибоходи та рибопідйомники.

Рибоходи – це лотоки та канали, в яких швидкість течії не перешкоджає проходу риби проти течії. Швидкість течії води в цих спорудах підтримується в межах менших за ті, які може подолати риба.

Схеми рибоходів представлені на рис. 1.6.9.



а) лотоковий; б) ставковий; в) східчастий: 1 – гребля; 2 – ставки рибоходу;

3 – з'єднувальні канали.

Рисунок 1.6.9 – Схеми рибоходів

Лотокові рибоходи з неповними поперечними перегородками (рис. 1.6.9 а) влаштовують для зменшення швидкості руху води та подовження шляху. Ширина лотока 1,6...3,0 м, відстань між перегородками 1,3...3,5 м, глибина води 0,4...1,5 м, швидкість течії 0,8...2,5 м/с.

Сташкові рибоходи (рис. 1.6.9 б) складаються з ряду ставків, з'єднаних короткими каналами чи лотками. Мають наступні параметри: кількість ставків 7...44; різниця рівнів в ставках 0,4...1,6 м, глибина води в з'єднувальних каналах 0,60...0,75 м, довжина ставків 3...5 м, глибина 1,5...1,7 м.

Східчасті рибоходи (рис. 1.6.9 в) – це східчасті лотоки з поперечними перегородками, що утворюють послідовний ряд басейнів. Для проходу риби

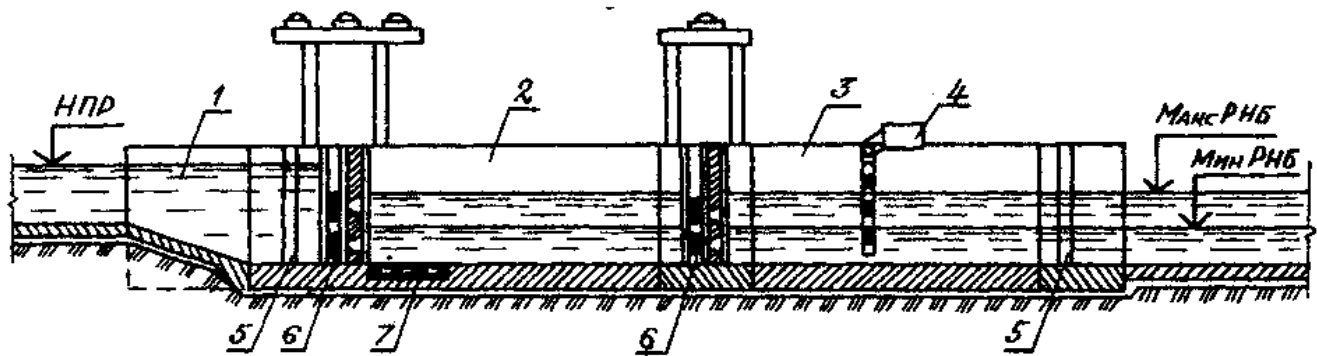
в перегородках влаштовують виливні отвори. Такі рибоходи отримали широке розповсюдження. Відстань між перегородками 2...2,5 м, глибина води 1,2...1,75 м, ширина басейнів 3...5 м на великих річках та 1,2...1,5 м на малих річках.

В рибопідійомниках подолання напору не пов'язано із затратами особистої енергії риб-мігрантів.

За принципом дії рибопідійомники поділяють на гідравлічні та механічні.

Гідравлічні рибопідійомники влаштовують з вертикальною шахтою, з горизонтальною камерою та з нахиленою камерою.

На рис. 1.6.10 показана схема влаштування рибопідійомника з горизонтальною камерою (рибопропускний шлюз).

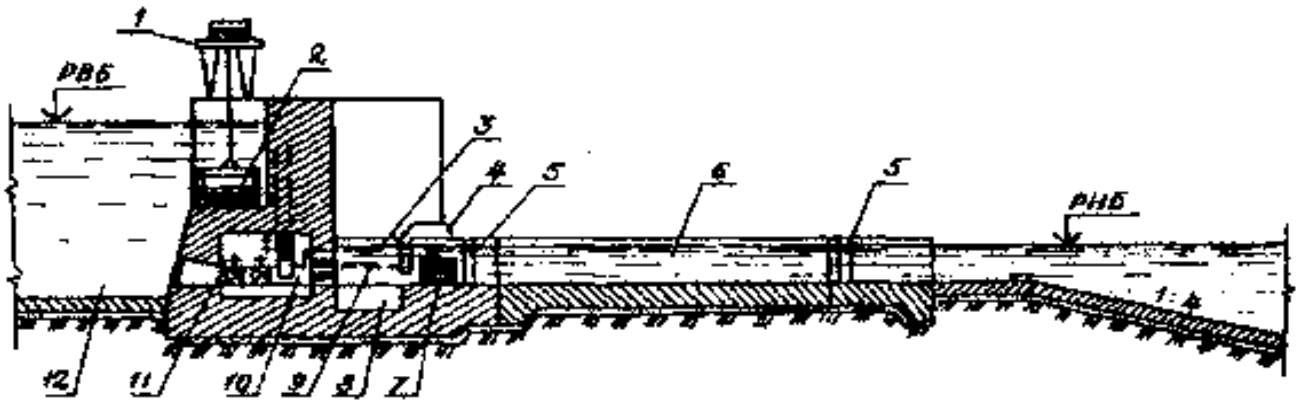


1 – верхній лотік; 2 – робоча камера; 3 – рибонакопичувач; 4 – спонукаючий пристрій;

5 – паз для ремонтного загородження; 6 – робочий затвор; 7 – іхтіологічний майданчик.

Рисунок 1.6.10 – Схема рибопропускного шлюзу

Механічні рибопідійомники (рис. 1.6.11) мають суттєві переваги у порівнянні з гідравлічними: спрощена конструкція блоку живлення, відсутність шлюзової камери.



1 – кран; 2, 3 – обхідні галереї; 4 – спонукаючі пристрої; 5 – паз ремонтного загородження; 6 – рибонакопичувач; 7 – рибозахисна решітка; 8 – ніша для контейнера; 9 – робоча камера; 10 – блок живлення; 11 – приміщення для механізмів; 12 – верховий лотік.

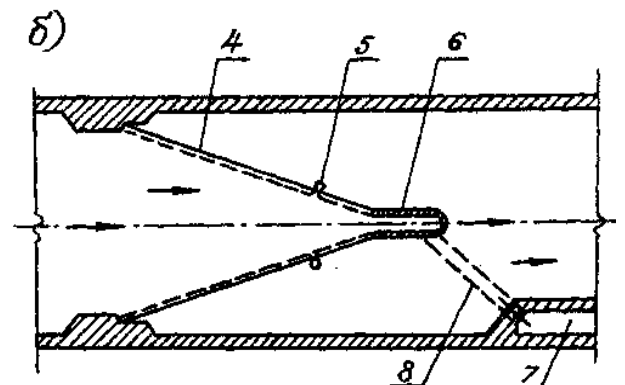
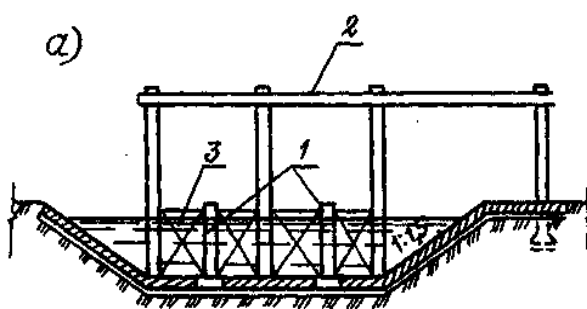
Рисунок 1.6.11 – Механічний рибопідйомник

Стік річок використовують при виробленні електроенергії, для зрошення земель, водопостачання міст. При цьому в системи потрапляє велика кількість риби, що призводить до її загибелі. Тому виникає потреба в рибозахисних спорудах.

За принципом дії ці споруди поділяють на механічні, гідравлічні та фізіологічні [13, 14].

Механічні рибозахисні споруди представляють собою механічну перешкоду перед водозабірною спорудою.

До рибозагороджувачів з відводом риби відносять плоскі сітки, сіткові барабани, сіткові конуси, нескінчену рухому стрічку. Рибозагороджувачі без відводу риби – це обертові сітки, плити, кам'яні накиди, дамби, фільтри. Схеми влаштування цих споруд показані на рис. 1.6.12.



- а) касетні фільтри; б) плоска сітка: 1 – естакада; 2 – монорейка;
3 – сіткові касети; 4 – сітка; 5 – флейта; 6 – рибонакопичувач;
7 – скидний лотік; 8 – рибовідвід.

Рисунок 1.6.12 – Механічні рибозахисні споруди

Гідравлічні рибозахисні споруди – це пристрої, що створюють перед водозаборами такі гідравлічні умови, які перешкоджають попаданню риби у споруди та направляють її до рибоводу. Це відбійні козирки, запані, зонтичні та жалюзі рибозагороджувачі [13, 14].

Фізіологічні рибозахисні споруди ґрунтуються на використанні поведінкової реакції риби на різні подразники (тобто відлякування). Ці звукові, світлові, електричні рибозагороджувачі.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як класифікують водні шляхи?
2. Як розраховується профільний коефіцієнт при проектуванні судноплавних каналів?
3. З якою метою влаштовуються судноплавні шлюзи?
4. Яка послідовність пропуску плаваючого складу через судноплавний шлюз?
5. Які види суднопідійомників вам відомі?
6. Для яких цілей влаштовуються лісопропускні споруди?
7. Які схеми влаштування рибоходів вам відомі?
8. Назвіть переваги та недолік гідравлічних і механічних рибопідійомників.
9. Охарактеризуйте основні типи рибозахисних споруд.