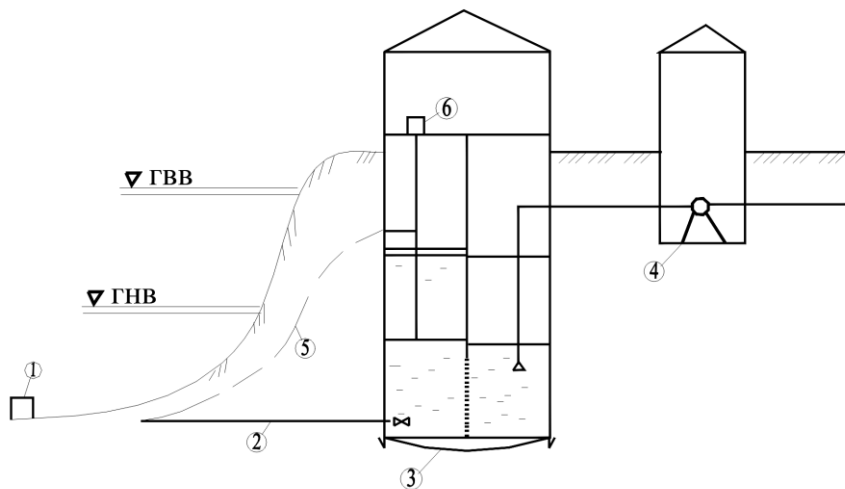


## Тема №4. Водозабірні споруди руслового типу

1. Схема водозабірних споруд
2. Класифікація оголовків як елементів руслових водозаборів
3. Конструкція оголовків

Водозабірні споруди руслового типу характеризуються тим, що місце прийому води винесено в русло (або річище) річки. Ці споруди частіше всього використовуються при відносно пологому березі, коли глибини води біля берега невеликі, а сезонні коливання рівнів води визивають значне переміщення урізу води (рис. 18)



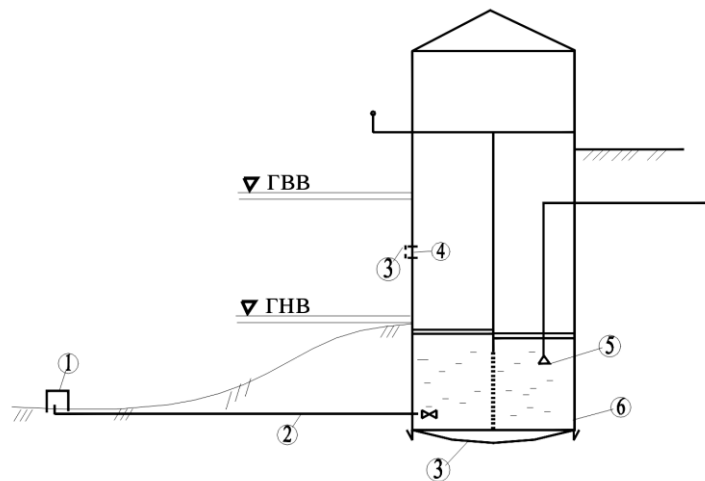
- 1 – оголовок;
- 2 – самопливні лінії;
- 3 – береговий колодезь;
- 4 – насосна станція I підйому;
- 5 – сифонна лінія (для варіанту водозабору з сифонними лініями)
- 6 – вакуум – насос

Рисунок 18 – Схема руслового водозабору

На відміну від водозабору берегового типу грати, встановлені на оголовку, де і проводиться попередня груба очистка води. Оголовки з'єднуються з береговим колодезем за допомогою *самопливних* або *сифонних* ліній. Сифонні лінії використовуються для зменшення заглиблення трубопроводів.

Береговий колодязь може бути *об'єднаним* з насосною станцією або виконуватися окремо від неї.

В деяких випадках (характерний профіль берега, велика амплітуда коливання рівнів води) можуть використовуватись *комбіновані* водозабори (рис. 19).



- 1 – оголовок;
- 2 – самопливна лінія;
- 3 – грати;
- 4 – вхідне вікно;
- 5 – всмоктувальна лінія насоса;
- 6 – береговий колодязь.

Рисунок 19 – Комбінований водозабір

Безпосереднім приймачем води з джерела являється оголовок, який забирає воду з джерела, попередньо очищає її від плаваючих забруднень, а також *закріплює і захищає* від пошкодження кінців самопливних або сифонних ліній.

Оголовки можна класифікувати за кількому ознаками:

По відношенню до поверхні води оголовки бувають:

- а) затоплені постійно;
- б) затоплені високими водами;
- в) незатоплені оголовки.

По типу водоймища, з якого забирається вода, оголовки діляться на:

- а) річкові;

б) водосховищні (водохранилищные);

в) озерні;

г) морські.

В залежності від матеріалу, який використовуються, оголовки бувають:

а) дерев'яні;

б) бетонні;

в) залізобетонні.

В залежності від входу води в оголовок розрізняють оголовки з забором води:

а) з низової сторони за течією (рис. 20)

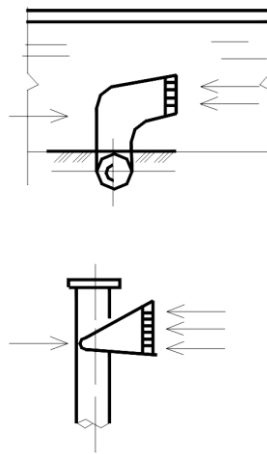


Рисунок 20 -

б) Зверху (рис. 21)

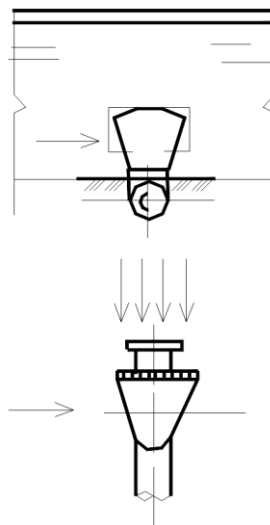


Рисунок 21 -

в) З бокової сторони (рис. 22)

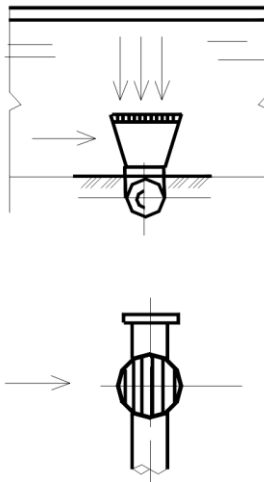


Рисунок 22 -

г) По периметру вхідної частини (рис. 23)



Рисунок 23 -

Найбільше розповсюдження одержали затоплені оголовки, які дешевші, ніж незатоплені, і не ускладнюють судноплавство, сплав лісу і т.п.

В найбільш простому випадку затоплений русловий водоприймач може виконуватися у вигляді простого розтрубного розширення кінців *самопливних труб*, вхід в які перекривається ґратами (рис. 24)

Якщо труби прокладаються вище дна ріки, то вони можуть прокладатися на *палях*.

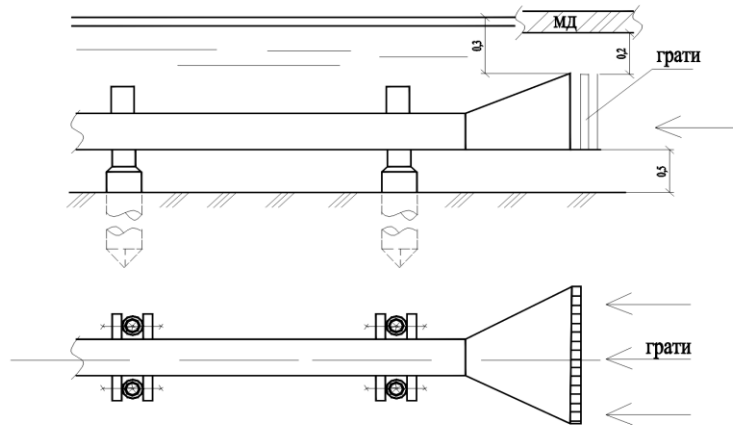


Рисунок 24 – Розтрубний оголовок

Оголовки на палях (сваях) застосовуються при можливості забивки палів в ґрунт. Для захисту *розтрубних* оголовоків від удару льодом, топляками і т.п. використовують:

- окремо стоячі групи палів (рис. 25);
- кільцевий захист (рис. 26)

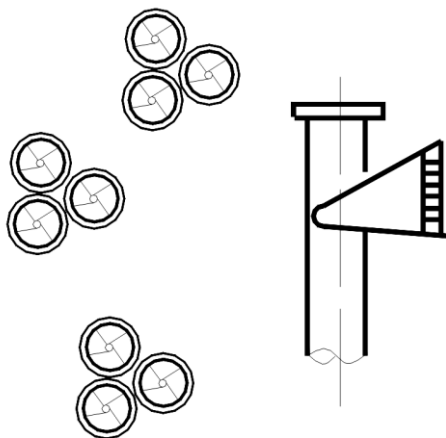


Рисунок 25

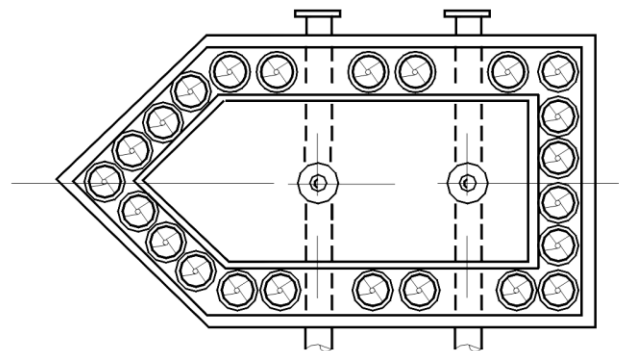


Рисунок 26

При неможливості забивки палів можуть використовуватись *ряжеві* оголовки (рис. 27). Такі оголовки збираються на березі і доставляються до місця установки. Після цього їх загрузають каменем і встановлюють на місце.

Водозабір в таких оголовках може вестись безпосередньо з річки або з аванкамер, в які води поступає через ґрати. Зараз ряжеві оголовки майже повністю витіснені більш досконалим типом оголовків – бетонними і залізобетонними (рис. 28). Ці оголовки мають більшу міцність, масивність.

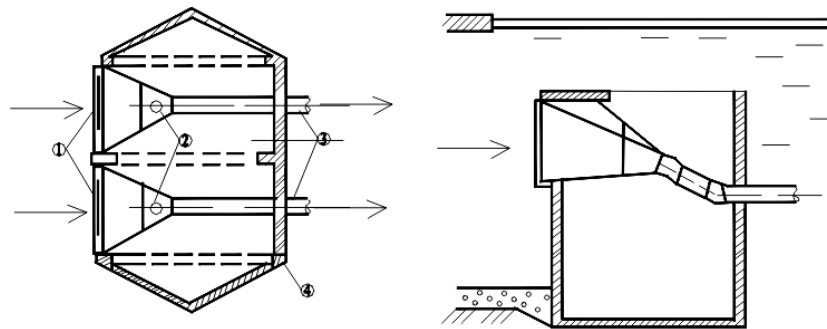
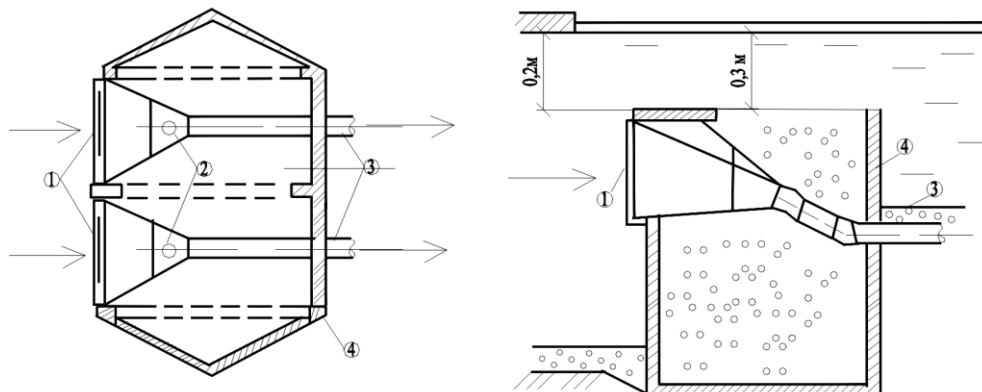


Рисунок 27 – Ряжевий оголовок

Конструкцій бетонних і залізобетонних оголовків існує багато. Вони влаштовуються на тих ріках, де оголовки піддаються ударам зі сторони некерованих суден, якорів, плотів і т.п.



- 1 – ґрати водоприймальних отворів;
- 2 – входні розтруби;
- 3 – самопливні труби;
- 5 – з/б оголовки

Рисунок 28 – Бетонний оголовок

Улаштування затоплених водоприймальних оголовків в руслі ріки повинно бути узгоджено з іншими видами водокористування, які існують зараз, так і в майбутньому. Для безперебійного забору води з ріки в межах розрахункової забезпеченості необхідно:

- а) передбачити розміщення оголовка в руслі ріки в такому місці, де були б виключені можливі утруднення в заборі води;
- б) передбачити спеціальні міри, які б усували перешкоди забору води з ріки (електро-, водопідігрів, зворотня промивка і т.п.)

### *Принципи конструювання і розрахунку оголовків*

Оголовки, які споруджуються в руслі ріки, не повинні змінювати її режим. Опір потоку води залежить від *розмірів* споруди і її форми. Особливо важлива *форма лобової грані* і довжина оголовка в напрямку течії. Чим більше загострена лобова частина оголовку, тим менша турбулізація в потоці визивається нею і навпаки.

*Каплевидні* (в плані) форми оголовків не позбавляють від гвинтоподібних турбулентних потоків біля його дна.

Тому *протишугові* водоприймальники доцільно виконувати з більш загостреною формою лобової грані, а оголовки, які повинні відхиляти *донні наноси*, з більш тупими.

Характерною особливістю обтікання потоком споруд, які мають вертикальну лобову грань в формі циліндричної поверхні радіусу  $R_0$ , являється виникнення зустрічної течії, біля дна на полосі шириною  $R_1 - R_0$  (рис. 29).

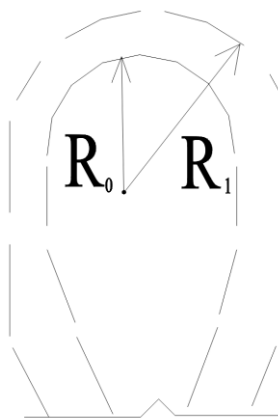


Рисунок 29 -

Це явище обумовлено нерівномірністю розподілу швидкостей по глибині потоку. Радіус кріплення русла ріки навколо оголовка можна визначити за формулою

$$R_1 = 1.73 (Z_0/H)^{0.1} R_0,$$

де  $Z_0$  – висота оголовка,

$H$  – глибина потоку.

Якщо полоса  $R_1 - R_0$  не закріплена, то в її межах формується місцевий розмив.

При проектуванні затоплених оголовків розраховуються розміри вхідних отворів і ґрат. При розрахунку користуються тими ж розрахунковими формулами, що і для ґрат берегових колодязів. При цьому розрахункова швидкість входу води дорівнює  $0,1 \dots 0,3$  м/с, швидкість в важких умовах –  $0,06$  м/с.

При необхідності рибозахисту на ріках зі швидкістю течії  $V_p > 0,4$  м/с швидкість входу води в ґрати приймається рівною  $V_{вх} = 0,25$  м/с, а в водоймах –  $0,1$  м/с.

Розміри оголовка визначаються конструктивно з врахуванням розміщення в ньому ґрат, вхідних розтрубів і самопливних ліній і зручності обслуговування.

Співвідношення довжини і максимальної ширини оголовку повинно бути не менше *трьох*. Вертикальні розміри оголовку визначаються виходячи з розмірів ґрат і допустимої відстані від дна ріки до низу ґрат і від верху ґрат до рівня води або до низу льоду (рис. 30).

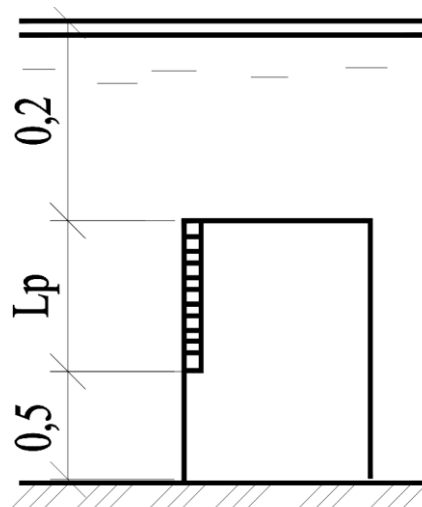


Рисунок 30 -



Для боротьби з обмерзанням ґрат і забиванням їх шугою норми (СНіП) рекомендують використовувати ґрати з гідрофобних матеріалів або покриття металічних ґрат такими ж матеріалами. Цим же цілям служить обігрів і *зворотна промивка* отворів водою.

Досвід показує, що належна промивка більшої частини площі водоприймальних отворів досягається лише в оголовках розтрубного типу. Менш прийнятні результати одержані для водоприймальників, які мають *аванкамери* між вхідними отворами і самопливною трубою.

### Тема № 5. Водозабірні споруди руслового типу

1. Самопливні і сифонні лінії, їх конструкція і розрахунок.
2. Промивка самопливних і сифонних ліній.
3. Конструкція берегових колодязів і їх проектування.

Оголовки з'єднуються з береговим колодязем або *самопливними або сифонними лініями*. Кількість самопливних чи сифонних ліній, як і кількість відділів берегового колодязя, повинна бути не меншого двох.

Діаметр самопливних і сифонних ліній визначається в залежності від заданої витрати і приймаємого значення розрахункової швидкості. Для зменшення втрат напору, які впливають на глибину берегового колодязя, швидкість руху води в самопливних і сифонних лініях повинна бути невеликою. Але для виключення замулювання трубопроводів ця швидкість повинна бути достатньо великою. Будівельні норми (СНіП 2.04.02-84) рекомендують приймати швидкість в самопливних лініях в межах 0,7...2,0 м/с в залежності від діаметру.

Більші значення швидкості приймаються для водозаборів більшої продуктивності. Діаметр самопливної лінії буде:

$$Q=V.W=V.\Pi D^2/4, D=\sqrt{\frac{4Q}{\Pi V}}$$

Самопливні труби повинні бути перевірені на їх замулювання при прийнятих швидкостях руху води, діаметрі і характеристиках завислих

речовин, які містяться в воді, що забирається. Перевірку виконують за формулою є А.С. Образовського:

$$\rho \leq 0,11 \left(1 - \frac{\sigma}{U}\right)^{4,3} \frac{V^3}{g \delta D}$$

де  $\sigma$  - середньозважена гідравлічна крупність завислих речовин в м/с,

$\rho$  - каламутність річкової води в кг/м<sup>3</sup>,

$V$  – швидкість руху води в трубі;

$D$  – діаметр труби

$$U = \frac{\sqrt{g}}{C} V,$$

$C$  – коефіцієнт Шезі, який приймається в залежності від матеріалу труб,

( $C = \frac{1}{n} R^y$ ,  $n$  – коефіцієнт шершавості стінок,  $R$  – гідравлічний радіус).

Якщо нерівність зберігається, то прийнята швидкість руху води в трубах забезпечує їх *незамулюванність*.

Самопливні лінії слід по можливості прокладати без якихось поворотів в плані або в вертикальній площині. Вони можуть прокладатись *горизонтально*, з *прямим або зворотнім* ухилом. Для самопливних труб використовують звичайно сталеві або з/б труби.

Самопливні і сифонні лінії укладають в траншеї, які виривають в дні ріки. Оголовок і самопливні труби, які до нього примикають, повинні бути укладені на достатньо *міцній основі* з кам'яної насипки.

Прокладка на дні неможлива на судохідних ріках тому, що вони можуть бути зруйновані якорями теплоходів.

Для визначення глибини берегових колодязів необхідно знати витрати напору в самопливних лініях. Витрати напору по довжині визначаються за відомими формулами:

$$h_{\text{довж.}} = i l = S Q^2$$

$$h_M = \sum \zeta \frac{V^2}{2g}$$

При відомих витратах в самопливних або сифонних лініях *позначку* рівня води в береговому колодязі можна визначити за формулою:

$$Z = Z_{\text{ГНВ}} - h_{\text{ДОВЖ}} - h_{\text{М}},$$

де  $Z_{\text{ГНВ}}$  – абсолютна позначка найнижчого рівня води в джерелі.

Незважаючи на намагання створити режим роботи самопливних труб, при яких їх замулювання виключається, рідко вдається повністю запобігти осіданню наносів в цих трубах. Тому труби поступово замулюються і вимагають періодичної промивки. Для очистки самопливних труб і ґрат оголовків від осадків використовується промивка *зворотнім або прямим* током води.

Промиваєма самопливна лінія виключається з роботи і в неї подається вода від напірних водогонів. В цей час друга самопливна лінія (і всі інші) продовжують працювати. Для можливості проведення таких операцій в береговому колодязі передбачається встановлення відповідних засувок (рис.31).

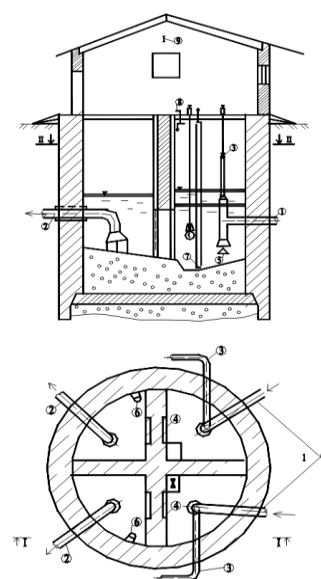
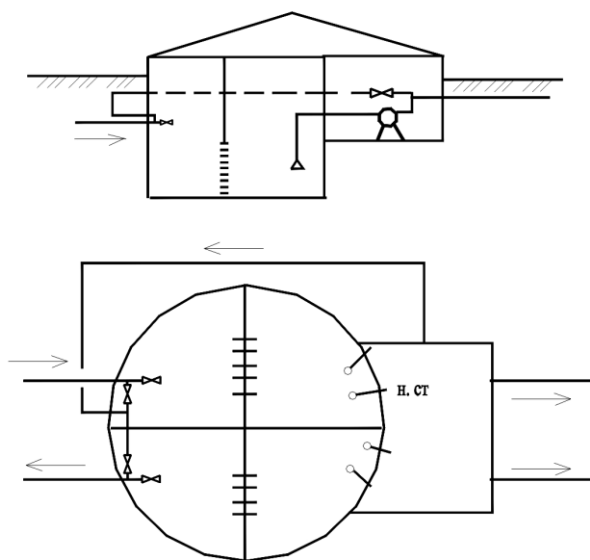


Рисунок 32

Рисунок 31 – Промивка зворотнім током води

Рисунок 32 – Береговий колодязь

- 1 – самопливні труби; 2 – всмоктуючі труби;
- 3 – напірний трубопровід для зворотньої промивки
- 4 – плоскі сітки; 5 – тарільчатий клапан;
- 6 – драбина з огороженням;
- 7 – гідроелеватор для видалення осадків;
- 8 – промивний пристрій; 9 – грузовантажний пристрій.

Для можливості транспорту по дну трубопровода піщаних частинок швидкість руху води повинна бути не менше величини, яка визначається за формулою:

$$V \geq 7,5(dD)^{0,25},$$

де  $d$  – середньозважений діаметр частинок наносів, які промиваються, в м;  
 $D$  – діаметр трубопроводу в м.

Для забезпечення необхідної швидкості треба подавати витрати, які значно перевищують нормальну продуктивність, що може бути одержано тільки при роботі кількох насосів на одну лінію або при подачі води з напірних водогонів при достатньо повному напорі води.

Осадки, які накопичуються в самопливних або сифонних лініях, вимиваються в береговий колодезь. Берегові колодезі можуть бути роздільного або сумісного з насосною станцією типу. Вони складаються з двох відділів:

- приймального, в якому розміщені кінці самопливних ліній;
- всмоктувального, в якому монтуються всмоктувальні лінії насосів.

Розміри відділів визначаються кількістю і діаметрами трубопроводів та іншого обладнання (сітки, засувки, перемикаючі пристрої для промивки самопливних труб і т.п.) Кількість незалежних працюючих секцій повинна

Берегові колодезі слід розміщувати на ділянках, які не затоплюються, або передбачати їх обсіпку до позначок, які перевищують гребінь хвилі при найвищому рівні води на менше ніж на 0,5м.

Розміри берегового колодезя визначаються конструктивно. Для цього спочатку креслять осьові лінії і в масштабі відкладаються товщини внутрішніх перегородок. Після цього розміщуються самопливні і сифонні лінії з дотриманням слідуючих розмірів, які показані на рис. 33. При цьому

$$D = (1,3 \dots 1,5)d,$$

$$a = (0,75 \dots 1)D$$

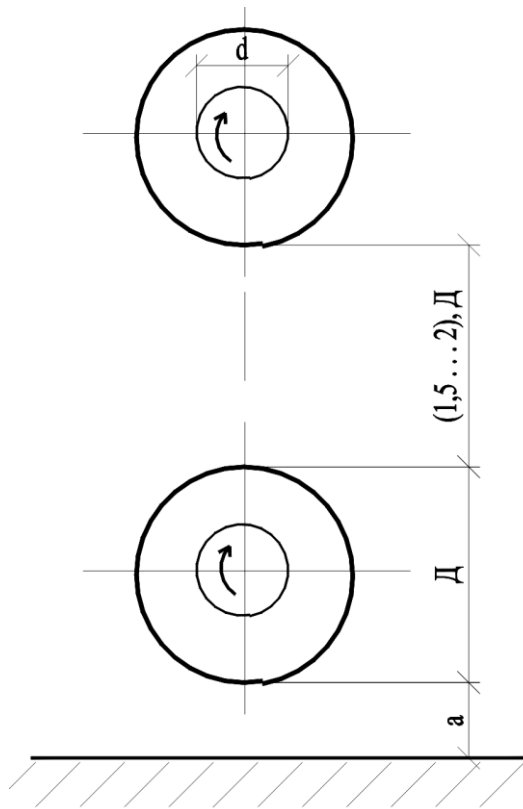


Рисунок 33 – Розміщення всмоктувальних ліній

В колодязі розміщуються усі необхідні приямки, гідроелеватори для видалення осаду, драбини.

Після цього визначається внутрішній діаметр колодязя, призначається товщина зовнішніх стін і визначається зовнішній діаметр колодязя.

Вихідною позначкою для визначення висоти колодязя являється позначка мінімального рівня води в ньому. Висота колодязя також визначається конструктивно. Для цього від мінімального рівня води відкладається вниз висота плоскої сітки з врахуванням її заглиблення під мінімальний рівень на 100мм і перевіряється можливість збереження для всмоктуючих ліній насосів слідуючих розмірів, які приведені на рис. 34. При цьому

$$a=(0,75...1)D$$

$$h_1=0,8D$$

$$h_2=2D$$

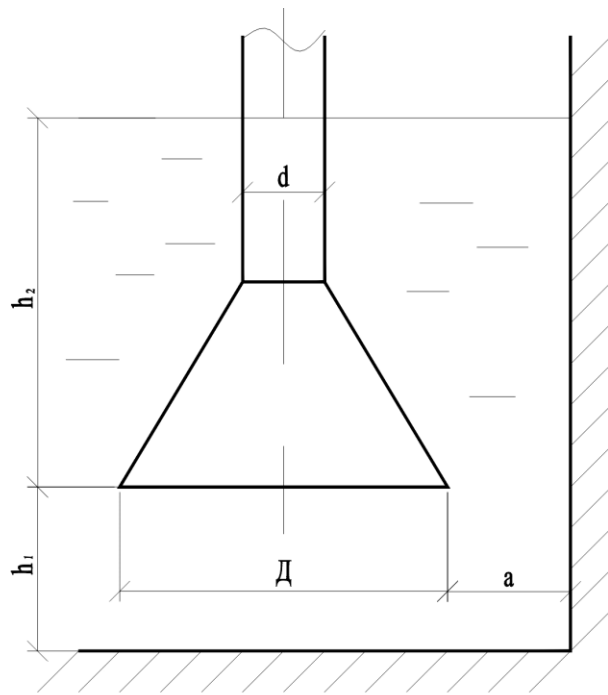


Рисунок 34 -

Інші розміри колодязя приймаються з врахуванням можливості розміщення і зручності обслуговування всього допоміжного обладнання. Позначка полу першого поверху надземної частини приймається на 0,5м вище максимального рівня води в водоймі.

## Тема №6. Рибозахисні пристрої водозабірних споруд

1. Типи водозабірних споруд.
2. Конструкція механічних загороджень для рибозахисту.
3. Конструкція гідравлічних загороджень для рибозахисту.
4. особливості конструкції “фізіологічних” загороджень”
5. Особливості розрахунку рибозахисних споруд.

Рибозахисні пристрої передбачаються для запобігання травмування і загибелі риб в водозаборах. Вони одночасно можуть очищувати воду від плаваючих тіл. Рибозахисні пристрої дозволяється демонтувати на зимній період, якщо вони заважають експлуатації водозабірних споруд при наявності в водостоках шуги і льоду. Водозабірні споруди в залежності від умов влаштування на них рибозахисних споруд можна поділити за кількома ознаками.

За *гідробіологічними особливостями* джерел для забору води водозабірні споруди діляться на дві групи:

- а) водозабори на водостоках;
- б) водозабори на водоймищах.

За особливостями розміщення оголовків відносно берега водозабори бувають 4-х типів:

I тип – водозабори з далеко видвинутими оголовками;

II тип – водозабори з оголовками, які розміщені відносно недалеко від берега і мають доступ до них;

III тип – водозабори з оголовками в березі або в тілі греблі;

IV – водозабори з ковшами або підводящими каналами.

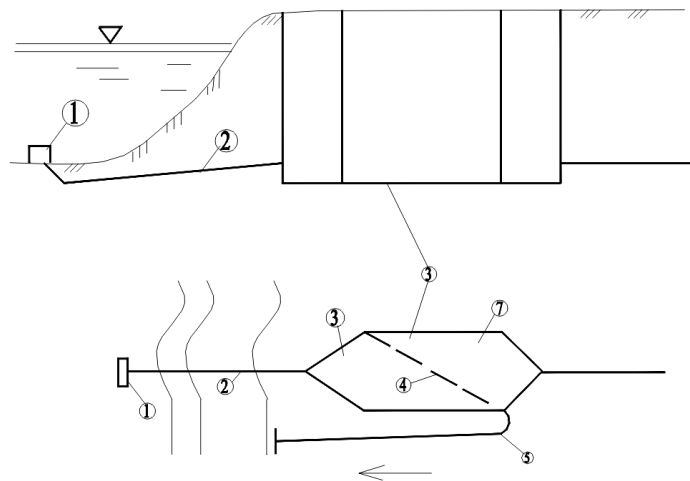
Рибозахисні пристрої за *способом затримання* риб ділять на три типи:

I тип – механічні загородження (сітки, жалюзі, фільтри і т.п.);

II тип – гідравлічні загородження (струмененаправляючі пристрої типу *зананів і відбійних козирьків*);

III тип – “фізіологічні” загородження (створення в воді електричних, світлових звукових полів, завіс з повітряних пузирьків і т.п.)

Розглянемо механічні загородження. Класичним представником серед них являється плоска сітка з рибовідводом.



- 1 – оголовок;
- 2 – самопливна лінія;
- 3 – сіточна камера;
- 4 – плоска сітка;
- 5 – рибовідвід;
- 6 – аванкамера;
- 7 – арьеркамера

Рисунок 35 – Схема установки плоскої сітки

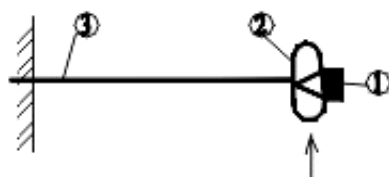
Сітка конструктивно виконується так як і в водозаборах (несуча конструкція, груба решітка з чарунками 50x50, сітчатє полотно і очисний пристрій).

Сіточка камери виконується у вигляді відкритого лотка або у вигляді колодязя. В камері передбачається встановлення *гідроелеваторів* для видалення осадків. Ширина входу в рибовідвід повинна бути не меншою 150мм у вигляді суцільної щілини або донного і поверхневого отворів. Вхідну ділянку рибовідводу необхідно розміщувати так, щоб його вісь була паралельною вісі загального напрямку потоку в аванкамері. Для регулювання витрати води через рибовідвід передбачаються затвори. В рибовідводі повинна бути передбачена ділянка для встановлення *контрольних уловлювачів* риби.

Грубу решітку для захисту сітчатих полотен від великих плаваючих частин слід встановлювати на вході в сіточну камеру і, як виключення, впродовж сітчатого полотна на відстані від нього не менше 1,5м. Очистка сітки повинна передбачатися гідравлічним способом.



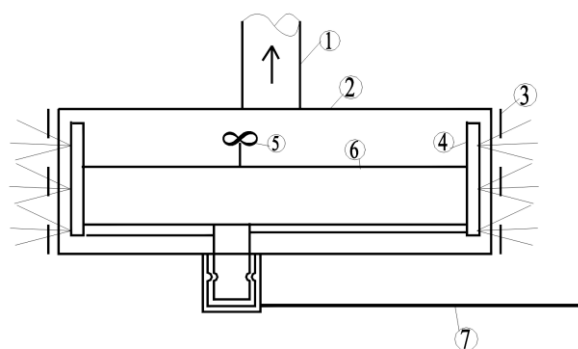
Щоб не обладнувати сіточну камеру, можна встановити сітчастий барабан. Сітчасті барабани встановлюються перед вхідними отворами оголовків або водоприймальників (рис. 36).



- 1 – сітчастий барабан;
- 2 – оголовок;
- 3 – самопливна лінія

Рисунок 36 -

Сітчастий барабан являє собою таку конструкцію:



- 1 – самопливна лінія;
- 2 – каркас барабана;
- 3 – сітчасте полотно;
- 4 – водоструменева флейта;
- 5 – турбінка;
- 6 – водило;
- 7 – лінія живлення водоструменевої флейти

Рисунок 37 – Конструкція сітчастого барабана

Швидкість обертання флейти  $\leq 12$ об/хв. Для запобігання ушкодженню сітчастого барабану плаваючими тілами передбачається огорожа у вигляді кущів паль або відбійних козирьків.

Найбільш ефективним засобом робозахисту на оголовках являються:

- а) галькові фільтри;

б) фільтри з дерев'яним пакетно-рейковим заповненням.

Галькові фільтри являють собою перфорований металічний кожух, заповнений галькою  $d=60...80\text{мм}$ . Фільтри з дерев'яним пакетно-рейковим заповненням можуть бути двох типів:

*З прямокутними рейками (рис. 38)*

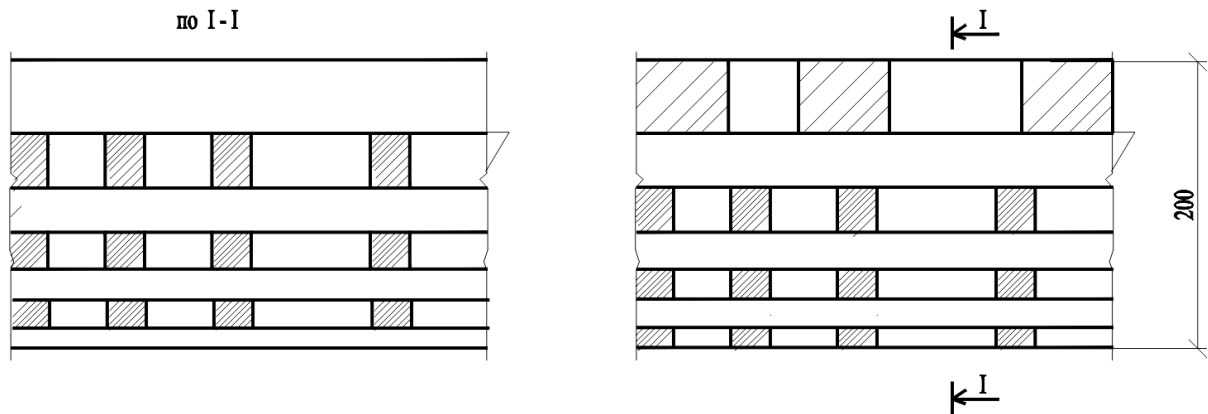
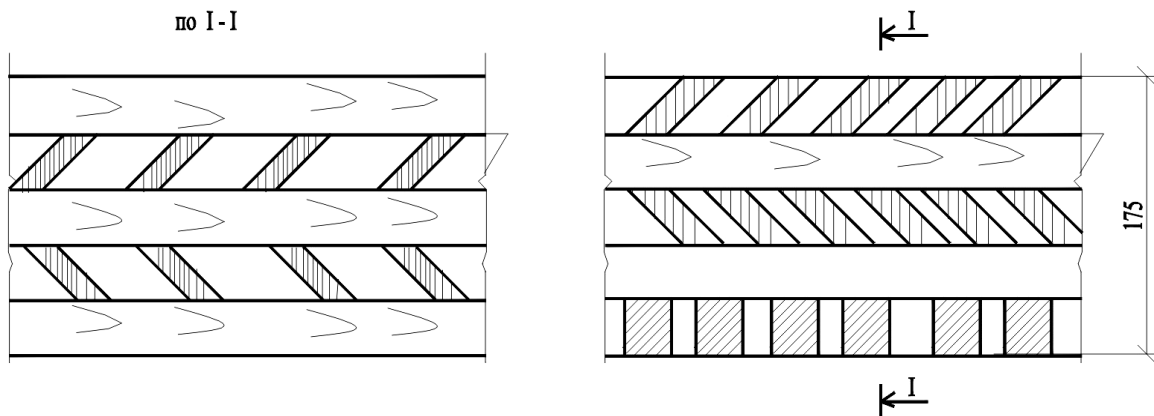


Рисунок 38 -

*З рейками у вигляді паралелограму (рис. 39).*



Найбільш простими рибозахисними пристроями являються *запані і відбійні козирьки*, які встановлюються безпосередньо перед вхідними пристроями (рис. 40).

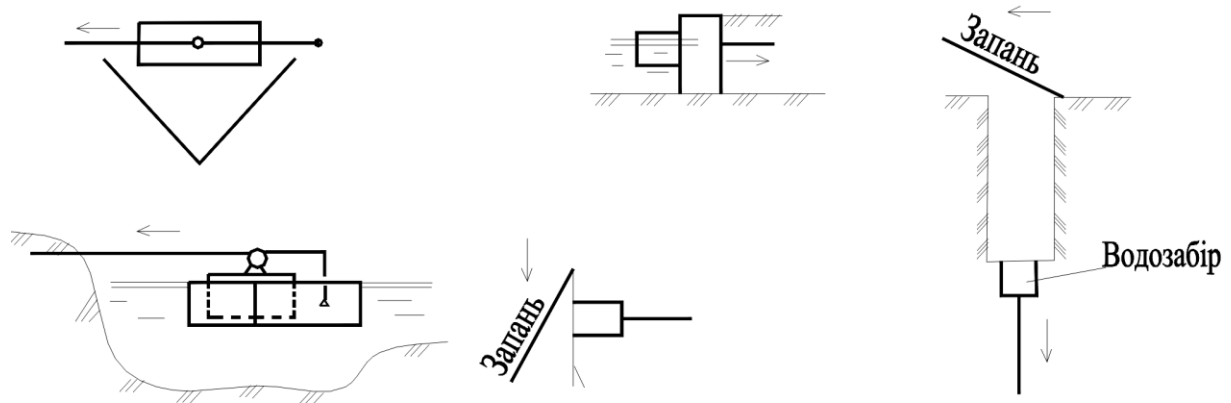
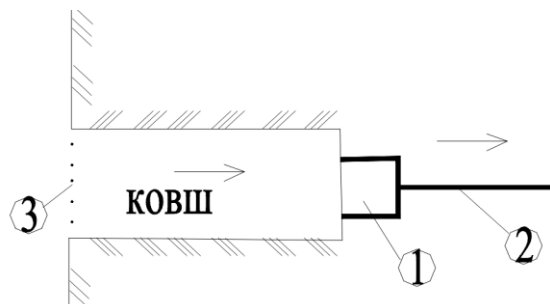


Рисунок 40 – Відбійні козирьки і запані

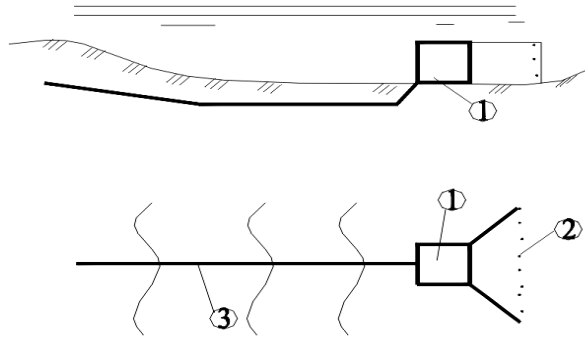
Запані і козирьки являють собою щити, які закріплені на несучій конструкції у вигляді окремих паль або ряду паль.

Електричні рибозахисні пристрої являють собою електричну сітку, яка встановлена на вході в водозабір (рис. 41 і рис. 42).



- 1 – водоприймальник;
- 2 – напірна лінія;
- 3 – система електродів

Рисунок 41 – Електричний рибозахист в водозаборах з ковшом



- 1 – оголовок;
- 2 – система електродів;
- 3 – самопливна лінія.

Рисунок 42 – Електричний рибозахист в руслових водозаборах

Крім цих способів, можуть використовуватись завіси з повітряних бульбашок.

Норми для проектування рибозахисних пристроїв приведені в табл. 4

## Тема №7. Спеціальні водоприймальні споруди

1. Водозабори з ковшами.
2. Плавучі і пересувні водозабори
3. Особливості прийому води з рік з недостатньою глибиною.
4. Особливості прийому води з водосховищ і озер.
5. Особливості прийому води з морів.
6. Особливості приймання води з гірських річок.

Ковшом називається природний або штучний басейн, швидкість течії в якому значно менша, ніж в річковому потоці.

Ковші, які виконуються перед водоприймальними камерами господарсько-питного чи промислового водозабору, називаються *водоприймальними*. В цьому випадку ковш повинен сам приймати воду з рік, тобто діє як водоприймач. Тому його інколи називають *ковшом-водоприймачем*.

Ковші можуть бути призначені для:

- відстою води від частинок, які знаходяться в ній (іноді це головна задача);
- створення достатніх глибин в місці прийому води, тобто перед водоприймальними камерами водозабору;
- підвищення до відбору води з ріки в період пропуску мінімальних витрат і т.п.;
- боротьби з внутрішньоводними льодом (малі швидкості в ковші сприяють більш швидкому утворенню льодового покриву і виключають можливість переохолодження води в ковші і утворення глибинного льоду).

Слід відмітити, що ковші не виключають повністю утруднень прийому води в зимовий період в районах зі складними льдовими умовами. Тому іноді до ковшового водоприймальника додають додаткові міри такі, як обігрів ґрат, скидання перед водоприймальником теплої води, зворотню промивку і т.п.

За ступіню видвинутості в русло ріки, водоприймальні ковші виконуються за схемами, які приведені на рис. 43: