

Тема №1. Загальна характеристика природних джерел водопостачання

1. Види природних джерел водопостачання.
2. Дебіт джерел і санітарна оцінка якості води.
3. Умови прийому води з річок.
4. Оцінка руслового режиму в місці водозабору.

Всі природні джерела води, які практично використовуються для водопостачання можна віднести до двох категорій:

- поверхневі джерела – ріки (в природньому чи зарегульованному стані), озера і моря;
- підземні джерела – ґрунтові і артезіанські води і джерела, які виходять на поверхню.

Джерела водопостачання повинні задовольняти наступним вимогам:

- забезпечувати одержання необхідної кількості води на весь розрахунковий період;
- забезпечувати безперебійність водопостачання;
- давати воду по можливості мало забруднену.

Джерело водопостачання повинно задовольняти вимогам ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Правила выбора и оценки качества». Крім того, всі питання санітарної охорони джерел питного водопостачання і дотримання вимог до якості питної води розв'язуються органами Державного санітарного нагляду.

Запаси прісної води на початку ХХІ ст. стануть меншими за $800\text{м}^3/\text{рік}$ на людину. За запасами 15 республік колишнього СРСР Україна посідала 12-е місце. На одного мешканця України припадає лише 1000м^3 прісної води на рік. В середньому в Україні $49,2$ тис. $\text{м}^3/\text{км}^2$. В промислово розвинутих Донецькій, Луганській та Харківській областях у маловодні роки на 1км^2 припадає $16\dots30$ тис. м^3 води. На одного мешканця східних та південних областей припадає всього $0,24\dots0,5$ тис. $\text{м}^3/\text{км}^2$.

В Україні річний стік річок становить $87,1$ км^3 , а в маловодні роки – $55,9\text{км}^3$. Прогнозні запаси підземних вод дорівнюють $21\text{км}^3/\text{рік}$, в т.ч.

пов'язаних з поверхневим стоком 14км³/рік, не пов'язаних з поверхневим стоком 7км³/рік, а експлуатаційні запаси – 5,6км³/рік.

Середня питома забезпеченість населення на Україні підземними водами для прогнозних та експлуатаційних запасів дорівнює відповідно 416м³/рік та 110 м³/рік. світове водоспоживання характеризуються даними, які наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Об'єм світового забору води для різних споживачів, км³/рік

Споживач	Роки							
	1900	1940	1950	1960	1970	1975	1980	2000
Комунальне господарство	20	40	60	80	120	150	10	480
Промислове	30	120	190	300	510	630	720	700
Сільськогосподарське	350	666	860	1500	1900	2100	2800	3100
Всього	400	820	1010	1800	2530	3880	3710	4280

Головною річкою України являється р. Дніпро, яка протікає приблизно по середині її території. В північній частині України головними являються ріки Прип'ять і Десна з їх протоками. В західній частині України протікає р. Дністер, яка забезпечує водою цей район. На сході України води мало. Річка Сіверський Донець маловодна. Погано забезпечено водою і південь України.

Головною водною артерією Запорізької області являється р. Дніпро. Але вона не всім районам доступна. Тому поряд з поверхневими використовуються також підземні джерела. Підземні води на території України також розподілені нерівномірно. Північна і західна частини України мають відносно великі запаси, а східна і південна частини погано забезпечені підземною водою.

Практично відсутні експлуатаційні запаси прісних підземних вод на Українському щиті (Придніпровському і Приазовському кристалічному масивах, площа яких складає біля 40% від всієї площі області). Не мають запасів *Вільнянський, Запорізький, Ново-Миколаївський райони*. Практично відсутні запаси в *Приморському, Чернігівському і Бердянському* районах. Не забезпечені запасами води і райони на узбережжі Азовського моря (в межах *Акимівського і Приазовського* районів). Населення цих безводних районів

відчуває гостру нестачу питної води. Тут для питних потреб використовується дощова вода, вода підвищеної мінералізації, або питна вода, яка привозиться автомашинами за десятки кілометрів з сусідніх районів. В межах окремих адміністративних районів, спостерігається нерівномірність розміщення запасів хоч в цілому ці райони забезпечені водою. Це відноситься до *північної частини Гуляйпольського, південної частини Куйбишевського, північної частини Орхівського і південної частини Пологівського* районів, які розміщені на масивах.

В цілому по *Запорізькій області* розвідано експлуатаційних запасів ≈ 1 млн м^3 /добу при потребі ($\approx 1,3$ млн м^3 /добу). При цьому головні запаси підземних вод 270700 м^3 /добу знаходяться в *Кінсько-Ялинській* впадині і *Причорноморському* артезіанському басейні (732500 м^3 /добу). *Приазовський* кристалічний масив має експлуатаційних запасів тільки на $\approx 5\%$ від необхідних.

Найбільшу необхідність у воді мають *Бердянський* (158900 м^3 /добу) і *Мелітопольський* (194500 м^3 /добу) райони. При цьому підземними водами *Бердянський* район забезпечено на 6,3% (10000 м^3 /добу), а *Мелітопольський* на 37% (63800 м^3 /добу).

Природні води використовуються не тільки для водопостачання, але і для других цілей: *зрошення, гідроенергетики, водного транспорту, лісосплаву* і т.п. В залежності від способу використання води розрізняють *водоспоживачів і водовикористовувачів*. Ряд великих водоспоживачів і водовикористовувачів не можуть задовольнятися використанням рік в їх природньому стані. Тому приходить регулювати річний стік. Цілий каскад водосховищ спостерігається на Дніпрі. Невеликі греблі влаштовуються і на малих ріках.

Раціональне розв'язання питань використання водних ресурсів і забезпечення інтересів всіх видів водоспоживачів і водовикористовувачів можливо тільки за умови *комплексного розв'язування водогосподарських проблем*. При сучасному ступіні розвитку господарської діяльності людей вони чинять суттєвий вплив на стан природних джерел водопостачання як у відношенні їх дебіта, так і в якості води.

Перетворення рік в каскад водосховищ суттєво відображається на їх гідрологічному режимі. Так сезонний розподіл стоку значно змінюється: *повінь зглажується, меженний і зимовий стоки підвищуються, втрати на випарювання збільшуються, змінюється якість води і її коливання*.

Суттєвим видом впливу господарської діяльності людей на природні водойми являється скидання в них *стічних* вод міст і промислових підприємств. Недостатня очистка стічних вод приводить до забруднення рік. Основними забруднювачами води являються *металургійні* заводи, *збагачувальні* фабрики, *гірничі* підприємства, *хімічна* промисловість і т.п.

Для цілей водопостачання у якості *поверхневі джерел* використовуються *ріки, озера і моря*.

Річкова вода характеризується відносно великою *каламутністю* (*мутністю*) (особливо в період повені), високим вмістом *органічних домішок, бактерій*, значною *кольоровістю* води. Але зате річкова вода має малий вміст *мінеральних солей* і відносно невелику *жорсткість*.

Вода *озер* має дуже *малу каламутність*. Ступінь мінералізації води озер буває різною.

Поверхневі джерела характеризуються великими коливаннями якості води і кількості забруднень в окремі періоди року. Якість води рік і озер в значній мірі залежать від інтенсивності випадання атмосферних осадків, розтавання снігів, а також від забруднення поверхневими стоками і стічними водами міст і промислових підприємств.

Сезонні коливання якості річної води часто бувають дуже *різкими*.

Підземні води, як правило, не мають *завислих речовин*, тобто вони *прозорі і безкольорові*. Ці води мають *високі санітарні якості*. Але вони бувають сильно *мінералізовані* (підвищена *жорсткість*, наявність *неприємного смаку*, вміст *речовин*, які шкідливо впливають на організм людини).

Але не тільки якість води визначає вибір джерела водопостачання. Велике значення має його *потужність, віддаленість, вартість (стоимость) подачі і очистки* води.

Умови забору води з джерела в залежності від кількості наносів (завислих речовин), стійкості берегів і дна, наявності шуги і внутрішньоводного льоду, а також забрудненості водного джерела можуть бути *легкими, середніми, важкими, дуже важкими*.

Градації, які характеризують ці умови приведені в будівельних нормах (СНиП 2.04.02-84). Так при легких умовах вміст *завислих речовин* $\rho \leq 0,5 \text{ кг/м}^3$, водоймище стійке, внутрішньоводного льоду немає, водоростів і ракушок немає. При дуже важких умовах *завислих речовин* $\rho > 5 \text{ кг/м}^3$, русло нестійке,

велика кількість шуги і т.п. Крім того, умови забору характеризуються забезпеченістю максимальних і мінімальних рівнів води, які встановлюються в залежності від категорії надійності подачі води (табл. 2).

Таблиця 2 - Нормативна забезпеченість рівнів води

Категорія надійності подачі води	Розрахункова забезпеченість рівнів води в поверхневих джерелах для водозаборів в %	
	максимальний	мінімальний
I	1	97
II	3	95
III	5	90

Місце розміщення *водоприймачника* повинно можливо більше задовольняти наступним умовам:

- а) забезпечення можливості найбільш простого і дешевого способу забору води з джерела;
- б) забезпечення безперебійності одержання необхідних витрат води;
- в) забезпечення одержання найбільш чистої води;
- г) бути по можливості ближче до об'єкту, який споживає воду.

Місце розміщення водоприймачників господарсько-питних водопроводів повинно бути узгоджено з органами Державного санітарного надзору і повинно забезпечувати можливість організації *зон санітарної охорони*. На судноплавних ріках місце водоприймачника повинно бути узгоджено з організаціями водного транспорту. Вони не повинні розміщуватися в зоні руху суден и плотів.

При виборі *місця розміщення водозабору* необхідно керуватися такими положеннями:

- водозабір, який повинен подавати воду на господарсько-питні потреби, слід розміщувати за течією ріки вище місця скиду стічних вод, тобто вище населеного пункту (міста) чи промислового підприємства;
- водозабір не слід розміщувати в гирлах притоків і біля виходів до рік балок і ярів;

- водозабір слід розміщувати вище порожистих місць ділянок з великими швидкостями і мостів з русловими опорами, тому що ці ділянки схильні до інтенсивного підводного льодостворення ;
- не слід розміщувати водозабори на ділянках з важкими геологічними умовами, які несприятливо впливають на стійкість русла і споруд, а також вимагають необхідність збільшення глибини закладки фундаментів і ускладнюють ведення робіт;
- водозабір слід розміщувати на ділянках із сприятливими топографічними умовами, які забезпечують незатоплення корінного берегу і достатню глибину води біля нього, необхідну для розміщення водоприймальних отворів;
- водозабір слід розміщувати в тих місцях русла ріки, у яких немає інтенсивного відкладення наносів (наноси частіше всього відкладаються на прямолінійних ділянках ріки, а також у її вигнутих берегів);
- при виборі місця розміщення водозабору необхідно враховувати можливість організації зон санітарної охорони при економічно доцільних витратах, а також можливість комплексного водогосподарського використання даного водоймища;
- при всіх інших однакових умовах з економічних міркувань місце водоприйому повинно бути найближчим до об'єкту водопостачання.

При оцінці складного комплексу явищ, які пов'язані з особливостями руслового режиму, оцінюється *рухомість матеріалу* русла, можливість процесів формування русла, можливість переміщення гряд, можливість шугольодових утруднень.

Рухомість матеріалу русла оцінюється критерієм рухомості матеріалу русла

$$K_p = \delta / U_*$$

де δ – гідравлічна *крупність матеріалу* дна (швидкість випадання завислих речовин в стоячій воді), яка залежить від діаметру частинок;

U_* - динамічна швидкість потоку

$$U_* = \sqrt{gHI}$$

Таблиця 3 - Величини ухилів річкових відкладень

Вид русла	значення І, не більше
1. Пригирлові потоки, русло в мілких пісках.	0,00003
2. Рівнинні потоки, русло в крупних і середніх пісках.	0,0003
3. Передгірські потоки, русло в гравійногалькових відкладеннях.	0,003
4. Гірські потоки, русло в валунно-галькових відкладеннях.	0,03
5. Високогірські потоки, русло в скельних породах, кам'яних завалах	>0,03

При $K_p < 0,5$ наноси взмулюються в товщу потоку, а при $K_p \geq 1,25$ пересуваються тільки по дну.

Відповідно до цього русла річок складені наносами з $K_p \geq 1,25$ будуть *стійкими*, з $K_p = 0,75 \dots 1$ – *рівновісними*, з $K_p < 0,5$ – *нестійкими*.

Процес руслоформування оцінюються за допомогою *параметру формування русла* K_ϕ

$$K_\phi = V_\phi / V_0,$$

де V_ϕ – руслоформуюча швидкість,

V_0 - швидкість, при якій починається за натурними даними. В першому наближенні для пісчаних русел $K_\phi = 1,8 \dots 2$, а для гравелистих і галькових - $K_\phi = 1,2 \dots 1,4$.

За даними Б.І. Студеничникова значення критерію K_ϕ зв'язано з каламутністю потоку ρ в кг/м^3 , розрахованої для руслоформуючих фракцій, залежністю

$$K_\phi = \sqrt{1 + 3\rho^{2/3}}.$$

Оцінка можливості пересування наносів по дну у вигляді гряд виконується за допомогою критеріального коефіцієнта A_i , визначаємого за формулою:

$$A_i = \frac{V_i}{\sqrt{0.63gH(d/H)^{0.25}}},$$

де V_i – швидкість потоку в місці перевірки, м/с;

H – глибина потоку, м;

d – діаметр наносів, м.

Якщо $A_i < 1,66$ гряди не виникають, якщо $A_i = 1,66$, то це відповідає початку грядоутворення. При $A_i = 3,2$ виникає гряда найбільшої висоти. При $A_i \geq 3,68$ починається змівання гряд.

Шугольодові умови характеризуються за допомогою критеріальних швидкостей. Таких швидкостей три. Ці швидкості характеризують межі найбільш важливих режимів транзиту шуги і формування льодоставу. Перша критеріальна швидкість визначається за формулою

$$V_{к.1} = 25\delta_l,$$

де δ – гідравлічна крупність льодинок, для $d = 0,15$ мм і $\delta_l = 0,02$ м/с
 $V_{к.1} = 0,5$ м/с.

Якщо швидкість потоку $V < V_{к.1}$, то транзит шугольодового матеріалу можливий тільки по поверхні потоку і тільки до льодоставу, якщо швидко встановлюється.

Друга критеріальна швидкість визначається за формулою:

$$V_{к.2} = 0,7 + 0,067H,$$

де H – глибина потоку.

Умові $V_{к.1} < V < V_{к.2}$ відповідає транзит шуги як по поверхні потоку, так і в його товщині. При цьому на відміну від потоку чистої води інтенсивність турбулентного перемішування і шуготранспортуюча здатність його збільшується, що обумовлюється деяким зростанням швидкостей у поверхні потоку. В цих умовах льодостав можливий тільки при умові шугозаповнення ділянок русла. Тому необхідно передбачати міроприємства по боротьбі з шугою.

Третя критеріальна швидкість $V_{к.3} = 1,75$ м/с. При $V \geq V_{к.3}$ шуга може транспортуватися тільки товщиною потку. Тому *третя критеріальна швидкість* $V_{к.3}$ дозволяє розв'язувати питання про розміри живих перетинів від шугозажорами, змінні шугонасиченості потоку при різних швидкостях і т.п.

Тема 2. Річкові водозабірні споруди. Водозабірні споруди берегового типу

1. Класифікація водозабірних споруд.
2. Загальна характеристика водозабірних споруд берегового типу.
3. Схема берегових водозабірних споруд.

Забір води з любого поверхневого джерела здійснюється технологічною схемою, яка приведена на рис. 1



- 1 – водоприймальні отвори;
- 2 – первинна груба очистка (грати);
- 3 – водоприймальна камера;
- 4 – вторинна очистка (сітки);
- 5 – відділ всмоктувальних труб
- 6 – насосна станція I підйому.

Рисунок 1 – Технологічна схема забору води

Всі процеси реалізовані в одній споруді, яка називається водозабірною спорудою або водозабором.

Водозабірні споруди класифікуються за кількома ознаками.

По відношенню до *берега* водозабірні споруди можуть бути:

- берегового типу;
- руслового типу;
- комбіновані;

По *розміщенню насосної станції I підйому* водозабірні споруди можуть бути:

- роздільного типу;
- сумісного типу.

По відношенню до *поверхні води* водозабірні споруди можуть бути:

- з затопленим оголовком;
- з незатопленим оголовком (крибом).

За конструктивними особливостями водозабори можуть бути:

- окремостоячі;
- конструктивно об'єднані з греблями.

За способом одержання води з джерела водозабори бувають:

- з безпосереднім забором;
- з ковшами;
- інфільтраційного типу.

По відношенню до місця забору води водозабори бувають:

- стаціонарні;
- переміщуванні.

Переміщуванні водозабори можуть бути двох типів:

- плавучі;
- фунікулерного типу.

По ступіні надійності забору води в залежності від складності природних умов, типу водозабору і доступності водоприймальних отворів для обслуговування водозабори діляться на 3 ступеня:

I ступінь – водозабори, які забезпечують безперервний відбір розрахункової витрати води (повна перерва *не більше 10хв* чи зниження подачі на 30% на господарсько-питні потреби і за аварійним графіком для промислових підприємств на протязі до 3-х діб);

II ступінь – водозабори, які забезпечують відбір розрахункової витрати води з можливістю перерви подачі води на протязі до 6 год або зниження її подачі в вказаних вище межах на протязі до 10 діб;

III ступінь – водозабори, подача води у яких може перериватись до 24 год, або знижуватись на термін до 15 діб.

По продуктивності водозабори бувають:

- малої продуктивності ($<1\text{м}^3/\text{с}$),
- середньої продуктивності (від 1 до 6 $\text{м}^3/\text{с}$),
- великої продуктивності ($>6\text{м}^3/\text{с}$)

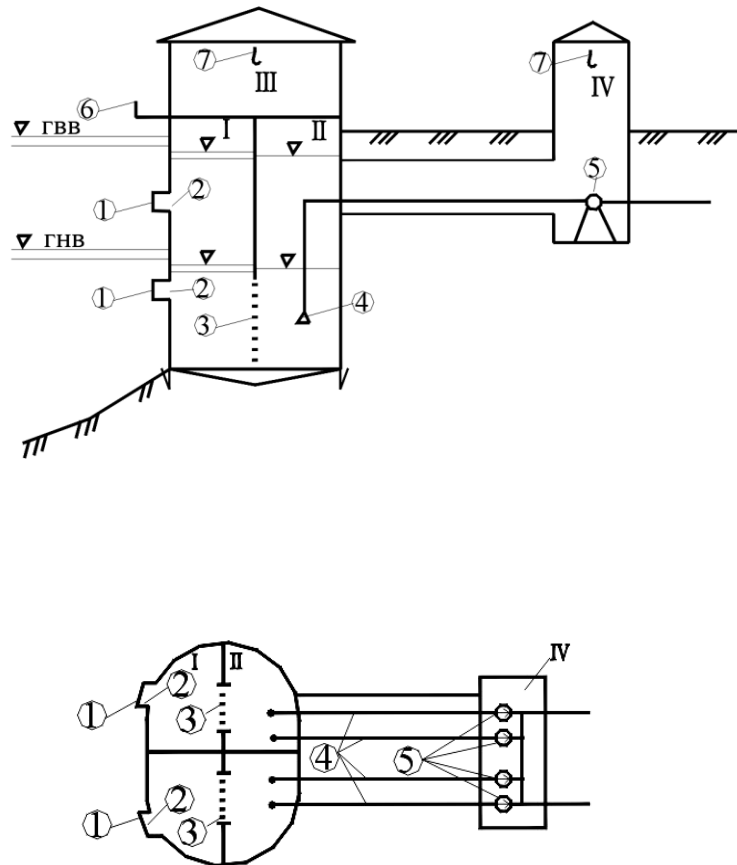
Берегові водозабори

Берегові водозабори застосовуються при наявності *достатніх глибин* біля берегу і незабрудненій воді.

Берегові водозабори можуть бути:

- роздільного типу;
- сумісного типу.

Берегові водозабори роздільного типу рекомендується використовувати при амплітуді коливання рівня води 6...8м. Схема берегового водозабору роздільного типу приведена на рис. 2.



- I – водоприймальна частина камери;
- II – відділ всмоктувальних труб;
- III – надземний павільйон;
- IV – насосна станція.
- 1 – ґрати; 2 – вхідні вікна; 3 – сітки;
- 4 – всмоктувальні лінії насосів;
- 5 – насоси; 6 – місток для обслуговування;
- 7 – вантажопідйомні пристрої.

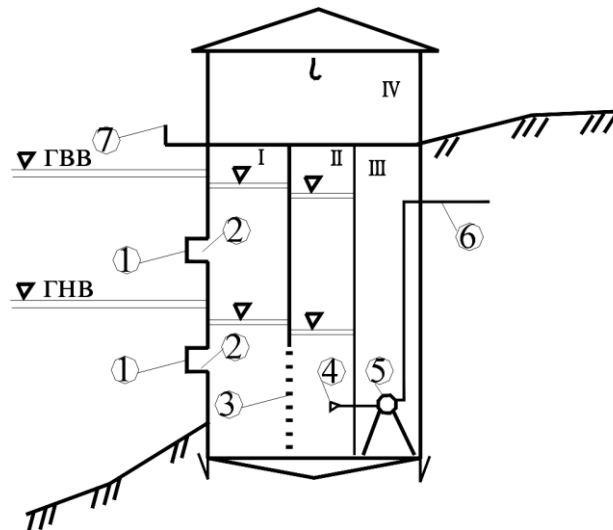
Рисунок 2 – Береговий водозабір роздільного типу.

Устрій насосної станції в окремо стоячій будівлі може бути обумовлено геологічними умовами, характером рельєфу берегу і ступеню його zalивання водами при повені. За умовами *всмоктування* станцію бажано розміщувати ближче до водозабору. Тому облаштовують також *берегові водозабори сумісного типу*. Ці водозабори можуть бути:

- з нормальною підземною частиною.
- з полегшеною підземною частиною.

Водозабір берегового типу з нормальною підземною частиною може бути двох типів:

- на три відділення (рис. 3),
- на два відділення (рис. 4).



I – водоприймальна камера;
 II – відділ всмоктувальних труб;
 III – насосна станція;
 IV – надземний павільйон.

1 – ґрати;
 2 – вхідні вікна;
 3 – сітки;
 4 – всмоктувальні лінії насосів;
 5 – насоси;
 6 – напірні трубопроводи;
 7 – місток для обслуговування.

I – водоприймальна камера;
 II – відділ всмоктувальних труб (мокра камера);

- III – насосна станція;
- IV – надземний павільйон.
- 1 – гати;
- 2 – вхідні вікна;
- 3 – сітки;
- 4 – всмоктувальні лінії насосів;
- 5 – насоси;
- 6 – напірні трубопроводи;
- 7 – місток для обслуговування;
- 8 – вантажний пристрій.

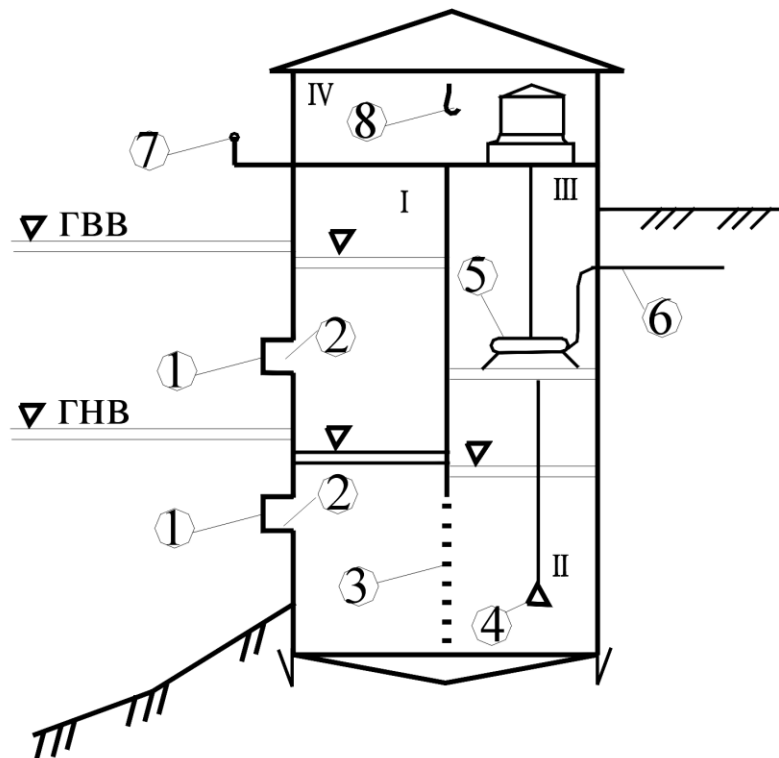


Рисунок 4 – Водозабір на 2 відділення.

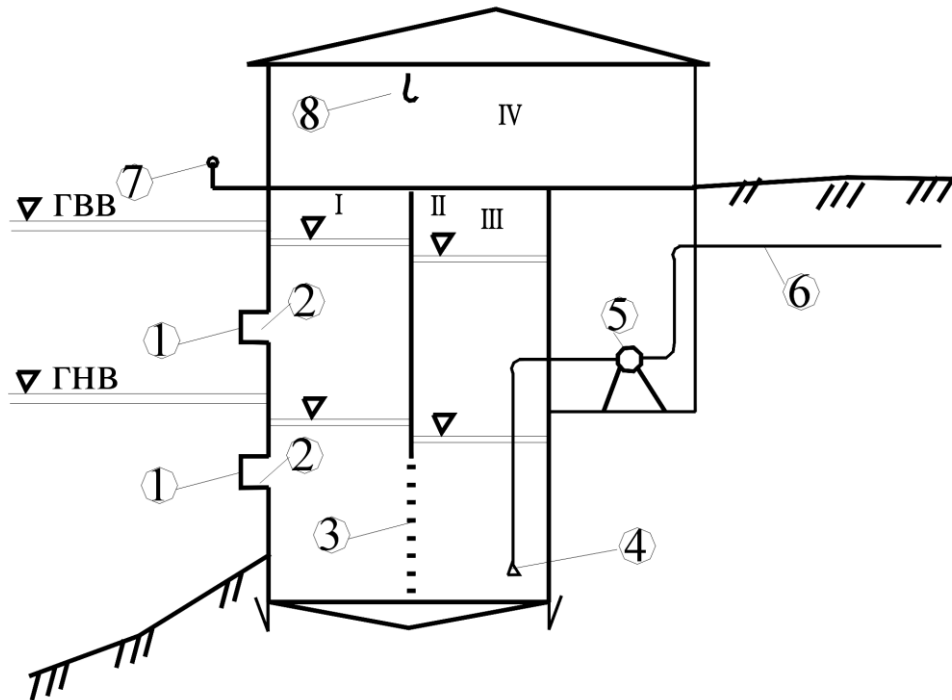
Берегові водозабори сумісного типу можуть використовуватись для водозаборів любої продуктивності при любій амплітуді коливання рівнів води і при необхідності встановлення насосних агрегатів під залив.

Недолік водозабору на *три відділення* – великий об'єм споруди .

Недолік водозабору на *два відділення* – знаходження перекриття насосної станції під тиском води в джерелі або необхідність вакуум – насосів для заливання основних агрегатів.

Критерій вибору – мінімум приведених затрат при техніко – економічному співставленні варіантів.

Схема водозабору на три відділення з полегшеною підземною частиною приведена на рис. 5.



- I – водоприймальна камера;
- II – відділ всмоктувальних труб;
- III – насосна станція;
- IV – надземний павільйон.
- 1 – ґрати;
- 2 – вхідні вікна;
- 3 – сітки;
- 4 – всмоктувальні лінії насосів;
- 5 – насоси;
- 6 – напірні трубопроводи;
- 7 – місток для обслуговування;
- 8 – вантажопідйомні пристрої.

Рисунок 5 – Берегова водозабірна споруда сумісного типу з полегшеною підземною частиною

Берегові водозабірні споруди сумісного типу з полегшеною підземною частиною використовуються в *скельних* грунтах, коли виключена осідання приміщення насосної станції.

Всі берегові водозабори знаходяться в потоці ріки. Тому в плані їм надається *кругла або еліпсоїдна* форма (рідше – *прямокутна*).

Розміри водозабору, його головних елементів і обладнання встановлюються шляхом гідравлічного розрахунку і частково за міркуваннями конструктивного і експлуатаційного характеру. Водозабір перевіряється також на дію *сил тиску* води і ґрунту (*на спливання, на перекидання*), а також на *міцність* при дії навантажень.

Для забезпечення безперебійності подачі води в технологічній схемі водозабірних споруд повинно бути передбачено секціонування водозабірних споруд. Кількість секцій визначається розрахунком, але їх повинно бути не менше двох.

Тема 3. Елементи водозабірних споруд берегового типу

1. Грати, їх типи і конструкція.
2. Плоскі стінки водозабірних споруд.
3. Стінки водозаборів, які обертаються.
4. Схеми установок сіток, які обертаються.
5. Розрахунок ґрат і сіток.

ґрати, які перекривають водоприймальні вікна, звичайно виконують з металевих вертикальних стержнів круглого чи прямокутного профілю (рис. 6).

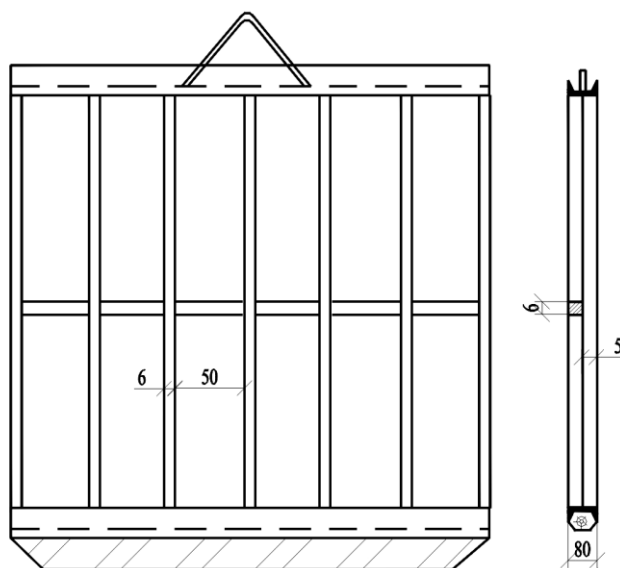


Рисунок 6 – ґрати

Для можливості чистки ґрати роблять зйомними. Вони встановлюються в направляючих швелерах, перекриваючи отвори вхідних вікон і можуть бути підняті для очистки на балкон надземного павільйону за допомогою вантажопідійомних пристроїв.

Зусилля підйому визначаються за формулою:

$$Q=(q_p+q_b++fF)k,$$

де q_p - власна маса ґрат і тросу або ланцюга для підйому ;

q_b - тиск води на 1 м^2 ґрат при допустимому перепаді $0,3\text{м}$, $q_b=0,3\text{т/м}^2$;

f – коефіцієнт тертя ґрат по направляючим (для металу по металу $f=0,44$);

F – площа ґрат в м²;

K – коефіцієнт запасу (K-1,5).

В річках, в яких має місце утворення глибинного льоду або шуги, для боротьби з обмерзанням і заростанням ґрат використовують обігрів їх електричним струмом. При невеликих витратах води її температуру за рахунок обігріву піднімають до 0,01...0,02⁰С вище нуля. При великих витратах води обмежуються нагрівом ґрат до температури 0,01...0,02⁰С вище нуля. Це забезпечує неприлипання шуги і льоду, які є в воді, до стержнів ґрат і, отже, їх необмерзання.

При використанні електрообігріву стержні з'єднуються *послідовно*. Для цього вони розбиваються на *групи*, які закріплюються на соснових брусках – ізоляторах (рис. 7).

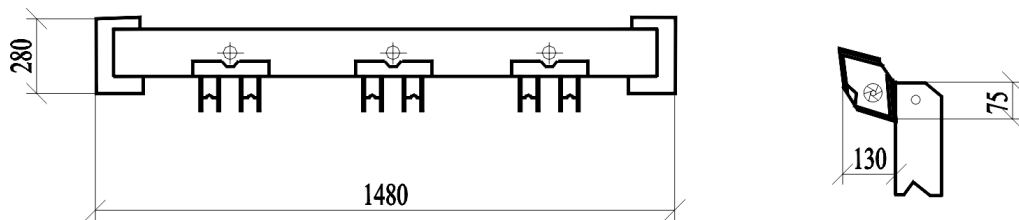


Рисунок 7 – План і вигляд збоку ґрат з електрообігрівом

Для більш тонкої очистки використовують *плоскі* сітки або сітки, які обертаються.

Плоска сітка (рис. 8) конструктивно складається з *двох полотен*, які накладені одне на друге. Одне полотно виконується з дроту d-1...1,5мм і має чарунки від 2x2 до 5x5мм, друге – з більш товстого дроту d=2...3мм з чарунками 20x20 чи 25x25мм.

Друге полотно захищає перше полотно від прориву тиском води при забрудненні сітки.

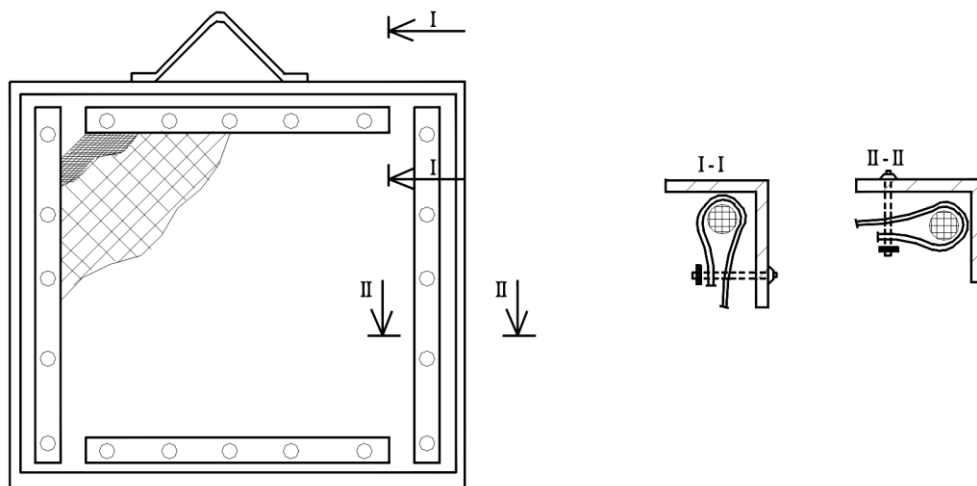


Рисунок 9 – Плоска сітка

Ці полотна закріплюються на рамі з вуголка або двотавра. Плоскі сітки встановлюються в направляючі з швелера рис. 9 і періодично піднімаються для очистки.

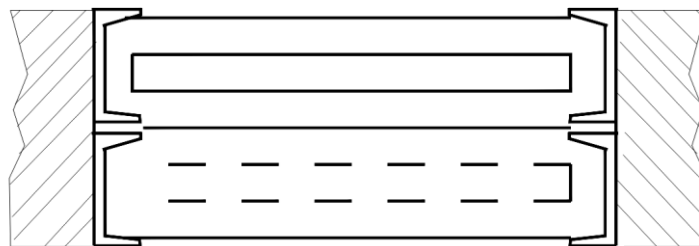
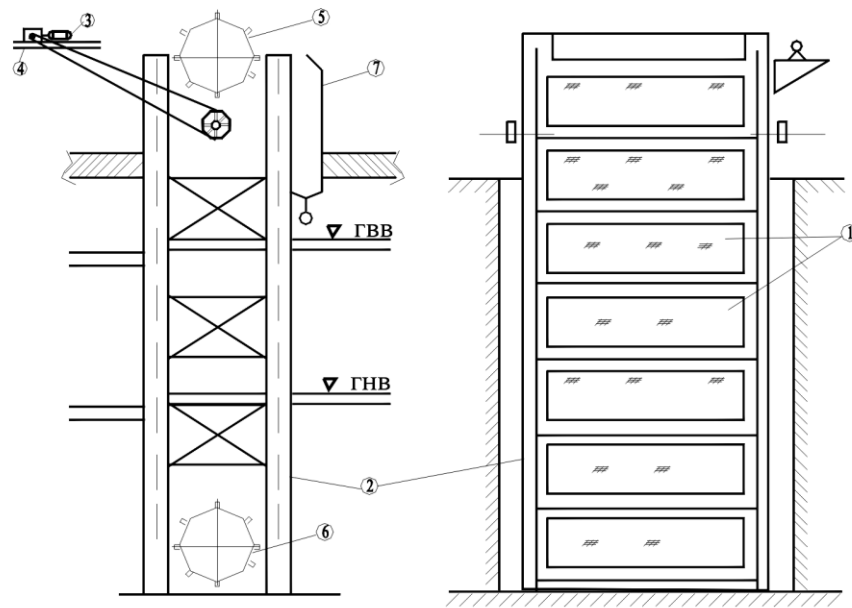


Рисунок 9 – Установка сіток в направляючі

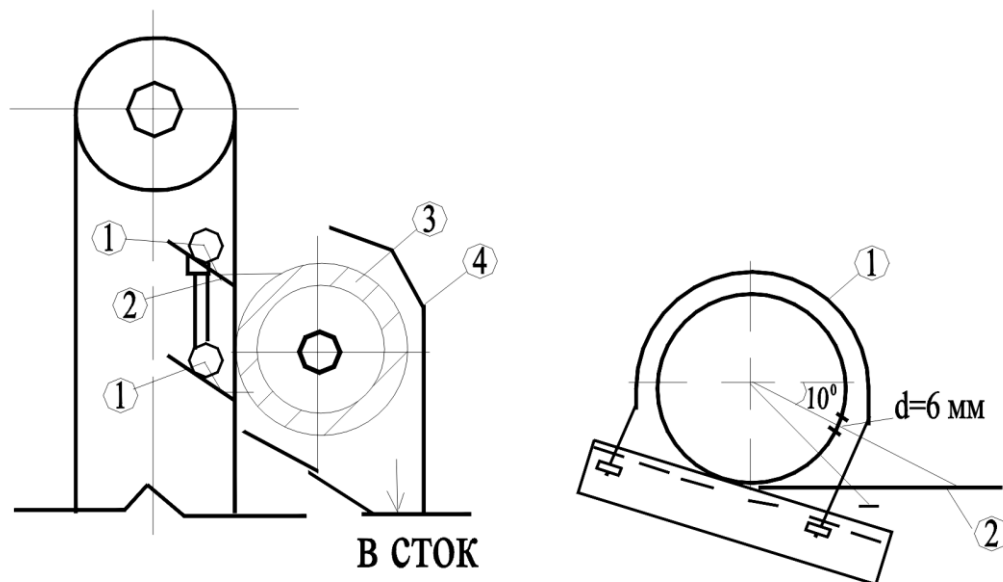
Сітки, які *обертаються* виконуються у вигляді *безперервного полотна* з дроту, яке перекинуто через два розміщених один над другим *горизонтальними барабанами* (рис. 10).



- 1 – секції сіток на роликівому ланцюгові;
- 2 – каркас з направляючими для роликівому лагцюга;
- 3 – електродвигун;
- 4 – редуктор;
- 5 – верхній ведучій барабан;
- 6 – нижній направляючий барабан;
- 7 – лоток для хбору промивної води.

Полотно сітки складається з окремих секцій, які шарнірно з'єднані між собою. Кожна рамка затягнута сіткою з дроту (мідного, латунного або з нержавіючої сталі) товщиною 0,2...0,4мм з чарунками від 0,3х0,3мм до 2х2мм. Розміри чарунок визначаються вимогами, які пред'являються до якості води.

Широта полотна сітки 2...2,5м. Полотно сітки обертається електродвигуном. Для очистки сітки від забруднення використовуються промивні пристрої (рис. 11).



- 1 – промивні труби $d=70\text{мм}$;
- 2 – направляючі для формування плоского промивного струменю;
- 3 – нейлонові щітки, що обертаються;
- 4 – лоток для відбиву і збору води після промивки сітки.

Рисунок 11 – Промивний пристрій

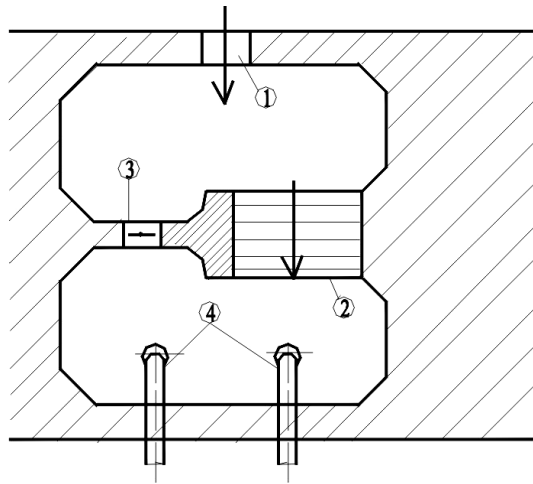
Очистка сітки проводиться при її безперервному русі зі швидкістю $3,5\dots 10\text{см/с}$.

Вода для промивки подається під тиском 4атм ($0,4\text{ МПа}$). При ударі води в направляючі пластинки біля отворів створюється струмені “ножового” характеру, тобто *плоский ріжучий струмінь*, який змиває забруднення з сіток. В деяких установках сітки додатково очищаються за допомогою *нейлонових щіток*.

Витрата промивної води змінюється в залежності від ступеня забруднення розмірів сітки, розмірів її чарунок і швидкості обертання і складає $5\dots 15\text{м}^3/\text{с}$. Сітки, які обертаються, забезпечують пропуск витрати в межах, які обертаються, забезпечують пропуск витрати в межах від $0,15$ до $3\text{м}^3/\text{с}$.

Ці сітки в водозаборах можуть встановлюватися 4 способами:

1. *З лобовим одностороннім підводом води нормально до площини полотна сітки і пропуском води послідовно через два полотна сітки* (рис. 12).

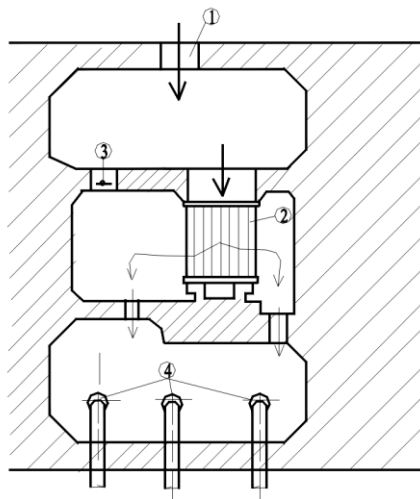


1 – вхідне вікно; 2 – сітка, яка обертається;
3 – аварійний клапан; 4 – всмоктувальні трубопроводи.

Рисунок 12 -

Цей спосіб дозволяє обійтись мінімальними розмірами водозабору. обслуговування і монтаж спрощуються. Але при сильно забрудненій воді в повінь вони працюють незадовільно, а полотно сітки використовується нерационально тому, що працює тільки одне полотно із двох. Рекомендуються при *шугоносних* ріках.

2. З внутрішнім одностороннім підводом і двохстороннім відводом чистої води (рис. 13)



1 – вхідне вікно; 2 – сітка, що обертається;
3 – аварійний клапан; 4 – всмоктувальні трубопроводи.

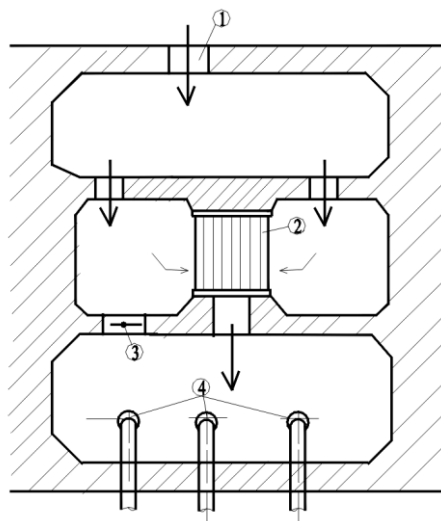
Рисунок 13 -

Вони дають кращу якість проціжування води, ніж сітки з лобовим підводом. Крім того, дозволяють одержати споруди менших розмірів тому, що полотно сіток використовуються більш раціонально. Недоліком їх являється незадовільний гідравлічний режим руху води перед сіткою і після неї при роботі насосів; в середині сітки збирається сміття, видалення якого дуже важке; практично відсутній доступ до забруднених поверхонь сіток. Не можуть вони також витягувати на поверхню шугу, яка збирається всередині сітки.

Їх слід використовувати, коли необхідна висока якість проціжування води при відсутності шуги.

3. З зовнішнім двостороннім підводом і внутрішнім відводом води (рис.14).

Таку схему рекомендується використовувати для водозаборів великої продуктивності при незначній чи середній кількості шуги

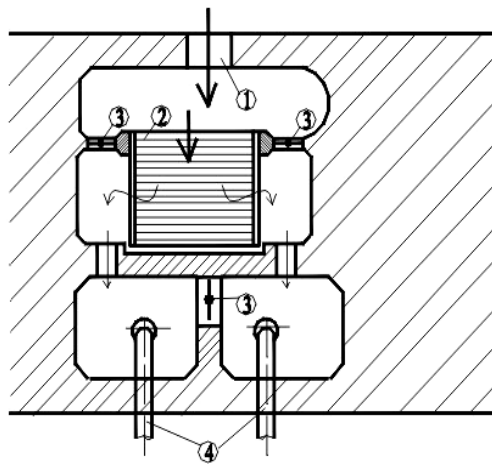


- 1 – вхідне вікно;
- 2 – сітка, що обертається;
- 3 – аварійний клапан;
- 4 – всмоктувальні трубопроводи.

Рисунок 14 -

В цій схемі забезпечено вільний доступ до забруднених поверхонь. Але в них також незадовільний гідравлічний режим руху води. Вони не ефективні при наявності шуги тому, що видаляють її тільки з тієї сторони, де полотно підіймається вгору.

4. З лобово – зовнішнім підводом води (рис. 15)



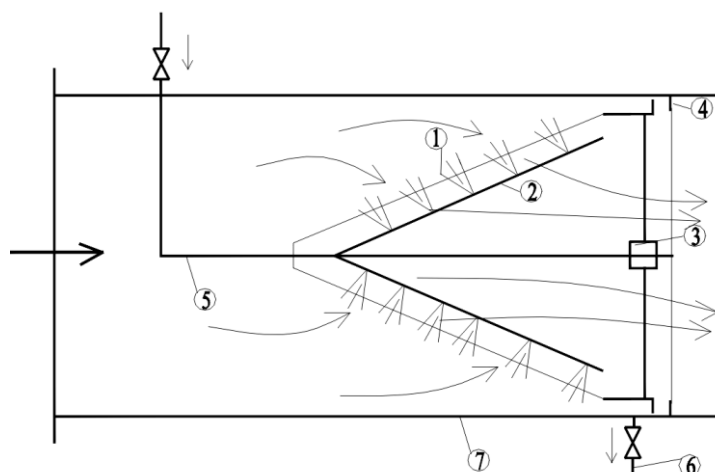
- 1 – вхідне вікно;
- 2 – сітка, що обертається;
- 3 – аварійний клапан;
- 4 – всмоктувальні трубопроводи.

Рисунок -

Ця схема має всі позитивні сторони перших трьох схем. Недолік – складна схема конфігурації будівлі.

Конструктивно сітки незалежно від способу підводу води до них розділяються на *каркасні і безкаркасні*.

При великих коливаннях рівнів води в джерелі сітки, які обертаються, дуже громіздкі і нераціональні. В цих умовах краще використовувати *малогабаритні конусні водоочисні сітки* конструкції ВНИИводгео у вигляді конусного сітчатого конуса, який встановлюється нерухомо всередині труби з реактивним промивним пристроєм, що розміщується всередині конуса (рис. 16).



- 1 – сітчатий конус;
- 2 – реактивний промивний пристрій, який обертається;
- 3 – опірний підшипник;
- 4 – опірне кільце;
- 5 – промивний трубопровід;
- 6 – трубопровід для видалення сміття;
- 7 – монтажна вставка трубопроводу.

Рисунок 16 – Конусна водоочисна сітка

Така сітка не вимагає збільшення площі водоприймального колодязя, забезпечує добру якість очистки, одночасно являється одним з найбільш ефективних рибозахисних пристроїв, але вона практично недоступна для огляду і ремонту без демонтажу.

Розрахунок елементів водозаборів проводиться на основі *розрахункової витрати*. При визначенні розрахункової витрати водозабору всі його секції приймаються робочими.

Розрахункова витрата окремого водозабору або його секції залежить від необхідної категорії надійності подачі води, яка встановлюється *СНиПом 2.04.02-84* в залежності від складності природних умов забору води, ступені надійності забору і типу водоприймальних споруд.

В *легких і середніх умовах* берегові водозабори забезпечують *I категорію надійності* подачі води при їх секціонуванні. Кількість секцій повинна бути не менше двох. При цьому *розрахункова продуктивність* однієї секції

$$Q_p = 0,5Q_v$$

де Q_p – витрата води, яка повинна подаватися споживачеві водозабором.

Для забезпечення необхідної категорії надійності подачі води в *важких умовах* забору необхідно використовувати *комбіновані* водозабори з водозаборами різних типів, які пристосовані до особливостей даного місця і споряджені засобами боротьби з шугою, насосами та іншими утрудненнями забору води.

Для забезпечення необхідної *категорії надійності* подачі води при *дуже важких умовах* забору водозабори необхідно передбачати в *двох створах*, які розміщені на відстані, що виключає *одночасну перерву* в подачі води. *Розрахункова продуктивність* кожного з таких водозаборів дорівнює:

- для I категорії надійності:

$$Q_p = 0,75 Q_v$$

- для II категорії надійності

$$Q_p = 0,5 Q_v$$

Визначення розмірів і площі приймальних отворів $\Omega_{бр}$ необхідно проводити при одночасній роботі всіх секцій водозабору (крім резервних) за формулою

$$\Omega_{бр} = 1,25 Q_p K / V,$$

де V – швидкість втікання води в водоприймальні отвори в м/с, яка віднесена до їх перетину в світлі;

Q_p – розрахункова витрата в м³/с;

K – коефіцієнт, який враховує стискання отворів стержнями ґрат або сіток.

Для ґрат коефіцієнт K визначається за формулою:

$$K = \frac{a + d}{a}$$

де a – відстань між стержнями в сітлі;

d – діаметр або товщина стержнів.

Для сіток коефіцієнт K буде:

$$K = \left(\frac{a + d}{a} \right)^2$$

Допустимі швидкості втікання води V в водоприймальні отвори ґрат без врахування вимог рибозахисту в *середніх важких* умовах забору води в берегових водозаборах необхідно приймати в межах 0,2...0,6м/с. З врахуванням вимог рибозахисту, але без врахування складності забору води в ріках з швидкостями течії не менше 0,4м/с допустима швидкість втікання – 0,25м/с, а в водоймищах – 0,1м/с. Для дуже важких шугольодових умов швидкість втікання в водоприймач слід знижувати до 0,06м/с.

Робочу площу плоских сіток, які обертаються, слід визначати при мінімальному рівні води в колодязі і швидкостях руху води в отворах сітки не більше 0,4м/с при можливому заході риби і сточну камеру або 0,8...1,2м/с при встановленні рибозахисних пристроїв за межами берегового колодязя.

При проектуванні ґрат з електрообігрівом слід керуватися наступними міркуваннями:

а) Чим більша загроза обмерзанню ґрат, тим меншою слід приймати швидкість руху води через них.

б) Стержні ґрат повинні мати малу площу поперечного перерізу.

в) Ґрати не повинні виступати з води, щоб не було витрат тепла на охолодження стержнів в повітрі.

г) Відстань між стержнями повинна бути можливо більшою.

д) Бажано передбачити можливість ступенево ругулювати інтенсивності нагріву зі ступенями 20% від розрахункової.

Розрахунковий мінімальний рівень води з береговим водоприймальним колодязем необхідно встановлювати гідравлічним розрахунком при мінімальному рівні води в джерелі для нормального і аварійного експлуатаційного режимів роботи.

Вертикальні розміри водозабору визначаються амплітудою коливання рівнів вони в річці вертикальними розмірами ґрат і сіток, необхідним заглибленням всмоктувальних ліній під рівень води.

Розміри водозабору в плані визначаються в основному за конструктивними і експлуатаційними міркуваннями. Вони повинні забезпечувати можливість розміщення в водозаборі сіток, драбин, трубопроводів і др. обладнання, а також можливість проведення операцій по огляду і ремонту обладнання. Розмір всмоктувальних камер визначається діаметрами всмоктувальних труб і їх розтрубів (рис. 17).

Діаметр розтруба

$$D=(1,3\dots 1,5)d_{bc}$$

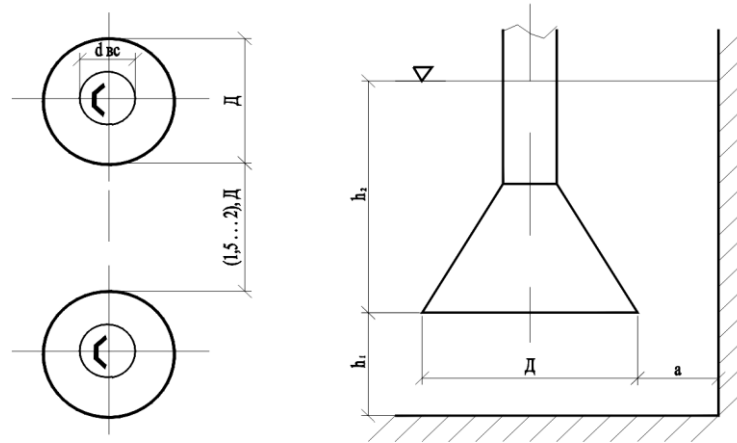


Рисунок 17 – Необхідні відстані розтрубів до стін і дна камери