

## Лекція 12. Бетонні гравітаційні греблі на скельних основах

**Мета лекції:** ознайомлення з видами гравітаційних гребель на скельних основах, усвідомлення особливостей роботи гравітаційних гребель, засвоєння їх конструктивних особливостей, розуміння основ розрахунку гравітаційних гребель.

### План

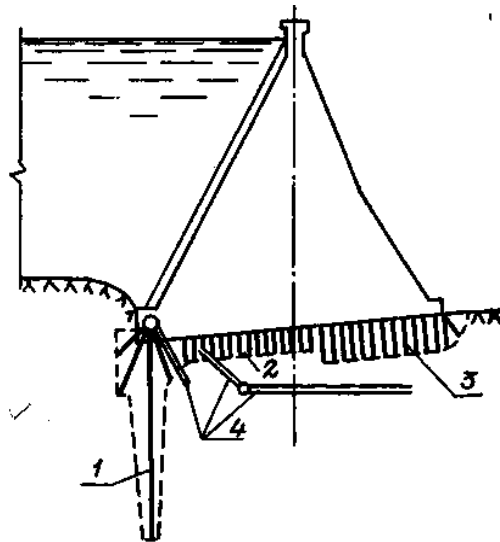
1. Бетонні гравітаційні греблі на скельних основах.
2. Водозливні гравітаційні греблі на скельних основах.
3. Бетонні водозливні греблі на нескельних основах.
4. Переваги і недоліки гравітаційних гребель.

1. Скельні породи, на яких споруджуються підпірні ГТС, повинні мати достатню міцність, малу та рівномірну стислість, малу водопроникність і достатню водостійкість, монолітність будови. Такими породами є скельні: вивержені, осадові та метаморфічні. Вивержені скельні породи – це граніти, сієніти, базальти, діабазы, характеризуються однорідністю матеріалу, високою міцністю. Осадові породи – це міцні вапняки, доломіти, піщаники. Метаморфічними є кристалічні сланці, гнейси, кварцити.

Бетонна гребля повинна стояти на міцному ґрунті. Алювіальні та делювіальні породи усуваються. Виїмка скелі виконується екскаваторами після вибухових робіт, останні 0,5...1 м ґрунту виймаються за допомогою невеликих вибухів, або вручну відбійними молотками, кувалдами. Перед бетонуванням скельну породу очищають від уламків та пилу за допомогою струмин води та металевих щіток. Потім робиться площинна зміцнююча цементация (рис.1.3.1). Глибина укріплюючої цементации в середній і низовій частинах 7...15 м, товщина зв'язуючої цементации 3...5м.

Профільтраційні завіси влаштовують під подошвою греблі – це ряд свердловин, в які нагнітається цементний розчин, малопроникний для води. Глибина завіси на практиці складає 0,5 – 0,8 від значення напору на греблю, діаметр свердловин 45...76 мм, вони вертикальні або нахилені в сторону верхнього б'єфа.

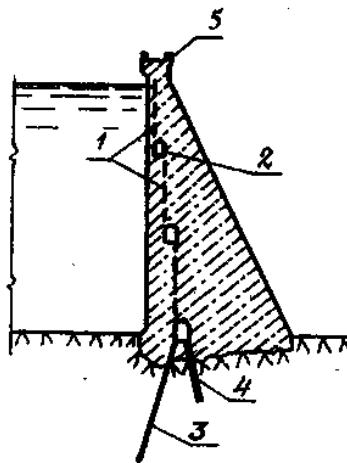
Дренаж під греблею – ряд свердловин або галерей діаметром 20...25 см на відстані 2...5 м одна від одної і не ближче 4 м від цементацийної завіси.



- 1 – профільтраційна завіса; 2 – зв’язуюча цементация;  
3 – укріплюючі цементация; 4 – дренаж основи.

Рисунок 1.3.1 – Цементация основи греблі Летієна (Іран)

Основним матеріалом для будівництва сучасних гравітаційних гребель є бетон, інколи частково армований. В кожній із зон профілю греблі бетон зазнає різних напружень і піддається неоднаковій фізико-хімічній дії. Вкладання бетону диференціюється: зі сторони напірної грані і біля підшови вкладається водонепроникний бетон; на низовій грані і гребені - морозостійкий; в зоні змінних рівнів води - водонепроникний і морозостійкий; на водозливній поверхні - стійкий до стирання. На рис. 3.2 показана схема влаштування глухої греблі.



- 1 - дренаж; 2 - оглядові колодязі; 3 - профільтраційна завіса;  
4 - дренажні свердловини; 5 - гребінь греблі.

Рисунок 1.3.2 – Глуха гребля

Дренажні пристрої представляють собою систему вертикальних (рідше горизонтальних) дрен круглого перерізу. Вертикальній дрени мають діаметр 20...30 см з кроком 2...4 м.

Оглядові галереї – служать для огляду внутрішніх частин греблі, для розміщення вимірювальної апаратури, для службового сполучення. Мінімальна ширина оглядових галерей складає 1,25...2 м, при необхідній ширині проїзду 2...3м, висота – 3м і більше.

Гребінь греблі – використовується для проїзду і має дорожнє покриття з тротуаром і парапетом. Перевищення гребеня над НПР (нижнім підпірним рівнем) [6]:

$$h_s = \eta_{1\%} + \Delta h_{\text{set}} + a, \quad (1.3.1)$$

де  $\eta_{1\%}$  – перевищення над НПР верху хвилі 1% забезпеченості;

$\Delta h_{\text{set}}$  – висота вітрового нагону;

$a$  – запас, який залежить від класу споруди.

2. Профілі водозливних гребель являють собою стінки з плавним обрисом поверхні. Форма оголовку водозливу визначає характер течії води, коефіцієнт витрати, режим тиску струмини. Оголовки практичного профілю можуть бути безвакуумними – в них при розрахунковому напорі не виникає вакуум на водозливній поверхні і вакуумними, в яких вакуум виникає, що призводить до підвищення коефіцієнта витрати водозливу. Безвакуумні мають найбільш розповсюдження.

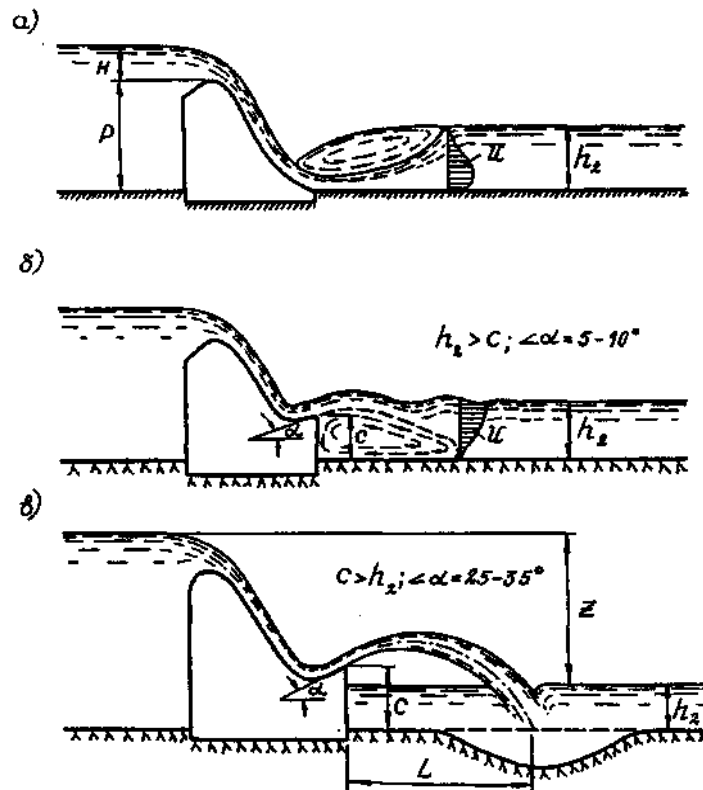
Спряження водозливної грані греблі з дном нижнього б'єфа може виконуватись (рис. 1.3.3):

- у вигляді криволінійної вставки – при такому спряженні у нижньому б'єфі виникає донний режим у вигляді затопленого донного гідравлічного стрибка. Величина радіуса криволінійної вставки:

$$R = (0,2 - 0,5) (H + P) \quad (1.3.2)$$

- у вигляді носка-уступа – при відповідних значеннях  $C$  і  $h_2$  в нижньому б'єфі встановлюється поверхневий режим. Крига, яка скидається через греблю, не вдаряється в дно нижнього б'єфа. Така схема використовується для пропуску великої кількості криги.
- у вигляді носка трампліна – для випадків, коли глибина нижнього б'єфа  $h_2$  значно менша другої спряженої глибини гідравлічного

стрибка  $h_2^*$ .



а – плавне; б – у формі носка-уступа; в – у формі носка-трампліна.

Рисунок 1.3.3 – Спряження водозливної греблі з дном нижнього б'єфа

4. Нескельні або м'які породи це незв'язані (сипучі) та зв'язні ґрунти. Перша група – це гравелісти, галькові, піщані ґрунти та їх суміші. Зв'язні ґрунти – це глини, суглинки, льоси, мули. Особливо несприятливими для будівництва є лінзи з слабких мулистих та глинистих порід, вони нерідко суттєво впливають на конструкцію греблі.

Глибина закладання підшови греблі на нескельній основі визначається заляганням ґрунту з необхідною несучою спроможністю і опором зсуву, фільтраційними характеристиками основи. Поверхневий шар заплавних ґрунтів знімається, усуваються слабкі прошарки мулистих і глинистих ґрунтів. Підшови водою заглиблюється під меженеві рівні води в річці.

Основні розміри підземного контуру греблі:

(1,5÷2,5) Н – ширина підшови греблі;

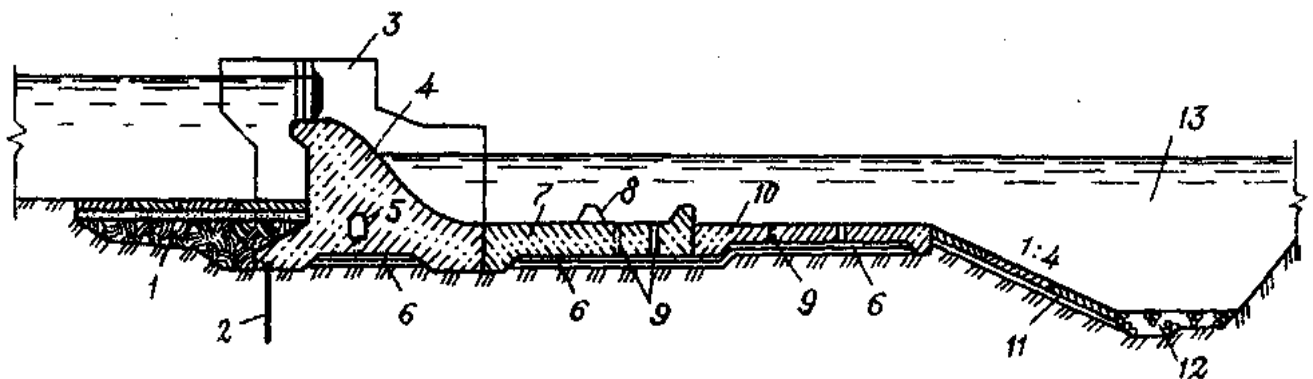
де  $H$  – напір на греблю;

$(1,0 \div 1,5) H$  – довжина понуру греблі;

$(0,5 \div 1,5) H$  – довжина основного (королевого) шпунта біля верхової грані тіла греблі;

2 – 4 м – довжина шпунта біля низової грані греблі.

Схема влаштування греблі на нескельній основі показана на рис. 3.4.



1 – понур; 2 – шпунт; 3 – проміжний бак; 4 – гребля; 5 – дренажна галерея;

6 – дренаж і зворотний фільтр; 7 – водобій; 8 – гасителі енергії; 9 – дренажні отвори; 10 – рисберма; 11 – запобіжний укіс; 12 – кам'яна призма; 13 – ківш.

Рисунок 1.3.4 – Водозливна гребля на нескельній основі

Понури гравітаційних гребель на нескельних основах поділяються на гнучкі і жорсткі.

Гнучкі понури повинні бути деформативними, тобто прямувати за деформаціями основи. Їх виконують з глини, суглинки, асфальту, глинобетону, синтетичних матеріалів. Товщина такого понуру в будь-якому перерізі становить [7]:

$$S = \Delta H / J_{\text{доп}} , \quad (1.3.3)$$

де  $\Delta H$  – різниця між тиском води на понур зверху і знизу;

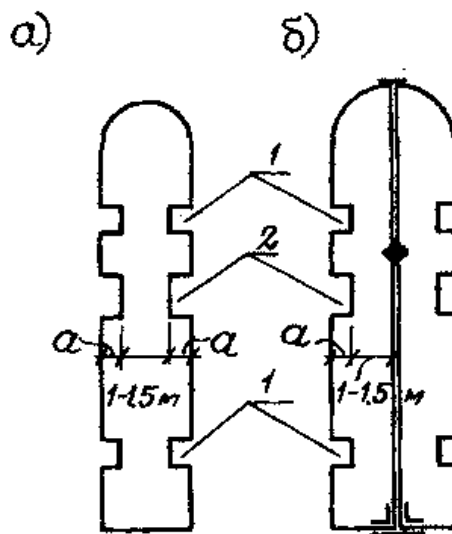
$J_{\text{доп}}$  - допустимий градієнт фільтрації через понур, для глини приймається 6...8, для суглинків – 4...5.

Жорсткі понури влаштовують на щільних основах у вигляді покриття з бетону, залізобетону з розрізкою їх швами на окремі плити.

Шпунти застосовують сталеві, залізобетонні і рідше дерев'яні. Сталеві шпунтові завіси влаштовують методом вібрування на глибину 12...25 м, або методом підмиву на глибину до 50 м.

Дренажі конструктивно складаються з порожнини в тілі греблі або під нею, заповнених крупним матеріалом (галька, щебінь, каміння). Вода з дренажу під греблею відводиться у нижній б'єф через галереї в столпах і биках, а з дренажу під водобоем – через отвори в ньому.

Бики служать для опирання прогінних будівель службових мостів і підкранових шляхів (рис. 1.3.5). Їх розміри визначаються типом і конструкцією затворів, розмірами водозливних отворів, а також конструкцією прогінних будівель мостів.



- а) нерозрізних; б) розрізних; 1 – лаз аварійно-ремонтного затвора;  
2 – паз робочого затвора.

Рисунок 1.3.5 – Схеми биків

5. Гравітаційні бетонні греблі мають наступні переваги:

- надійні при будь-якій висоті та в будь-яких кліматичних умовах;
- порівняно прості за конструкцією, умовами зведення та експлуатації;
- можуть виконуватись як глухими, так і водозливними.

Недоліки:

- недовикористання міцності бетону (напруження в ньому при висоті греблі до 100м не досягають граничних значень);
- значні затрати будівельних матеріалів: каміння, піску, цементу;
- недостатня монолітність у випадку появи в бетонній кладці температурно-усадочних деформацій.

Серед способів покращання гребель шляхом їх здешевлення і „полегшення” можливі наступні:

- зниження фільтраційного протитиску на підшві гребель (греблі з розширеними поперечними швами);
- знаття розтягуючих напружень в бетоні тіла греблі шляхом штучного стиску бетонної кладки і притиску її до основи;
- заміна бетону у внутрішній частині греблі більше дешевим матеріалом – піском, щебенем, галькою.

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. На яких ґрунтах споруджуються бетонні греблі?
2. Як визначається перевищення гребня греблі над НПР?
3. Як виконується спряження водозливної грані греблі з дном нижнього б'єфа?
4. Як влаштовується підшва греблі на нескельній основі?
5. Основні конструктивні елементи водозливної греблі на нескельній основі.
6. Які переваги та недоліки мають гравітаційні бетонні греблі?
7. Які способи можна застосовувати для здешевлення та „полегшення” гравітаційних гребель?