

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ  
«РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ХВОСТОСХОВИЩА»  
З ДИСЦИПЛІНИ**

***УТИЛІЗАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ  
ВІДХОДІВ***

*(для студентів 3 курсу денної форми навчання напрямку  
6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та  
збалансоване природокористування”)*

**ХАРКІВ  
ХНАМГ  
2012**

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи “Розрахунок параметрів хвостосховища ” з дисципліни “Утилізація промислових відходів” (для студентів 3 курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”) / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: К. Д. Бригінець, К.О. Абашина. – Х.: ХНАМГ, 2012 – 18 с.

Укладачі: К. Д. Бригінець, К.О. Абашина

Рецензент: доц., к. т. н. В. М. Ладиженський

Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст,  
протокол №1 від 30.08.2010.

## ЗМІСТ

	Стор.
1. Загальні положення .....	4
2. Класифікація хвостосховищ .....	4
3. Гідравлічне розміщення відходів .....	6
4. Огороджувальна дамба .....	7
5. Розрахунок ємкості хвостосховища .....	8
6. Обсяг і склад роботи .....	9
6.1 Для виконання курсової роботи необхідно: .....	9
6.2 Матеріали до звіту.....	9
7. Приклад розрахунку й оформлення завдання .....	12
7.1 Вихідні данні.....	12
7.2 Методика розрахунку.....	12
8. Список джерел.....	17

Метою цих вказівок є удосконалення теоретичних знань і надбання практичних навичок у області гідравлічного розміщування твердих відходів.

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

При збагаченні руд на гірничозбагачувальних комбінатах або збагачувальних фабриках утворюється значна кількість дрібнодисперсних відходів – хвостів, що складаються в основному з пустої породи.

У більшості випадків при переробці руд використовують мокрі способи збагачення і хвости одержують у суміші з водою у вигляді пульпи. В зв'язку з цим переміщення хвостів до місця розташування здійснюють гідравлічним способом по трубопроводах за допомогою насосів. Для розміщування хвостів використовують штучні споруди – хвостосховища, які створюють шляхом перегороджування ярів чи балок або огороження понижених ділянок земної поверхні огороджувальними дамбами.

Скид пульпи в хвостосховище здійснюють за допомогою випусків або торцевим способом. При цьому завдання зводиться до виділення з пульпи твердої складової і освітлювання води, яка потім відводиться в оборотну систему підприємства.

Комплекс споруд і обладнання для гідравлічного транспортування і розміщування хвостів називають хвостовим господарством. Хвостове господарство – одна з найбільш вартісних ділянок збагачувального комплексу. Для зниження витрат на розміщування відходів при спорудженні огороджувальних дамб максимально використовують хвости збагачення.

Гідравлічний спосіб транспортування і розміщування використовують і для інших дисперсних відходів, що утворюються в насиченому стані, наприклад, для пилу, золи ТЕС, що уловлюють мокрим способом, осадку стічних вод тощо.

## 2. КЛАСИФІКАЦІЯ ХВОСТОСХОВИЩ

*Залежно від рельєфу місцевості розрізняють такі типи хвостосховищ (рис. 1.):*

- а) балочні*, які розміщують у балках або в ярах, перегороджених дамбами;
- б) рівнинні*, які розміщують на рівній місцевості шляхом огороження дамбами по всьому периметру;
- в) заплавні*, які розміщують у заплавах річок шляхом огороження з двох або трьох сторін залежно від рельєфу місцевості;
- г) косогірні*, які розміщують на ділянках, огорожених з трьох сторін дамбами, а з четвертої – самим косогором;
- д) котлованні*, які розміщують у котлованах старих кар'єрів і відходи розташовують без спорудження дамб.

*Хвостосховища залежно від способу спорудження розділяють на:*

- а) наливні*, в яких огороджувальну дамбу будують з природних матеріалів відразу на повну висоту, що вимагає значних капітальних витрат;
- б) наливні* (поступового заповнювання), в яких спочатку споруджують з природних матеріалів первинну дамбу невеликої висоти, а потім поступово відсипають вторинні дамби з хвостів у процесі експлуатації хвостосховища.

До комплексу хвостосховища входять огорожувальна дамба, надводний пляж, ставок-відстійник, пульповоди, водоскидні, дренажні та інші споруди.

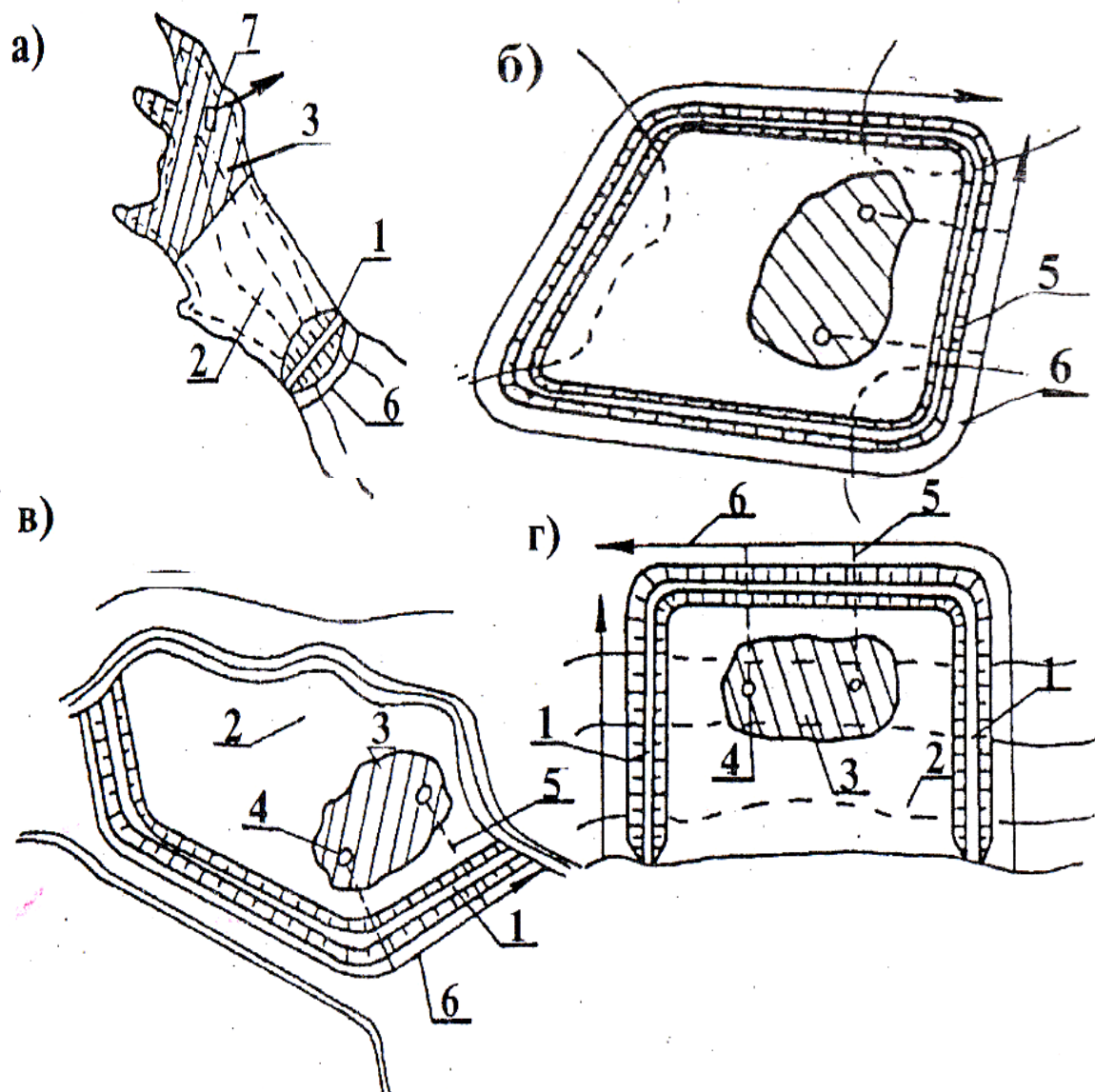


Рис. 1- Типи хвостосховищ:

а) балочне; б) рівнинне; в) заплавне; г) косогірне;

1 – дамба; 2 – надводний пляж; 3 – ставок-відстійник; 4 – водоскидний колодязь; 5 – водоспускний колектор; 6 – збірна канава;  
7 – плавуча насосна станція.

### 3. ГІДРАВЛІЧНЕ РОЗМІЩУВАННЯ ВІДХОДІВ

У даний час при розміщуванні хвостів збагачення найбільше розповсюдження одержав гідравлічний спосіб, який полягає в подачі пульпи по пульповодах до місця розміщування і випуску її в хвостосховище.

Пульпа – це суміш твердих відходів з водою. Основними характеристиками пульпи є її консистенція, щільність частинок і гранулометричний склад хвостів.

Консистенція пульпи – співвідношення маси твердих відходів  $T$  до маси рідини  $P$  ( $T : P$ ).

Щільність частинок пульпи  $\rho_{п}$  – відношення маси пульпи до її об'єму визначають за формулою

$$\rho_{п} = \frac{T + P}{\frac{T}{\rho_{ч.хв.}} + \frac{P}{\rho_{в}}}, \text{ т/м}^3, \quad (1)$$

де  $\rho_{ч.хв.}$  – щільність частинок хвостів,  $\text{т/м}^3$ ;  $\rho_{в}$  – щільність води, що дорівнює  $1 \text{ т/м}^3$ .

Консистенція пульпи ( $T : P$ ) для різних видів хвостів змінюється у великому діапазоні (від 1:1 до 1:30 і більше) і залежить від щільності частинок хвостів, відстані транспортування, діаметру пульповодів, напірного обладнання та інших факторів.

Трубопроводи, які призначені для транспортування пульпи від підприємства і для розподілу її по хвостосховищу, називають пульповодами. Розподільчі трубопроводи розміщують по гребенях первинної і вторинних дамб і при заповнюванні ярусу хвостосховища переносять на наступний ярус.

При випуску пульпи в хвостосховище відбувається безперервне осадження твердих частинок хвостів на надводному пляжі, а вода для освітлювання надходить у ставок-відстійник.

Надводним пляжем називають ділянку між огорожувальною дамбою і ставком-відстійником. На надводному пляжі відбувається фракціонування частинок хвостів за розміром і щільністю. На початку випуску відкладаються найбільш великі й важкі частинки відходів (які використовують далі для спорудження вторинних дамб), а в ставок-відстійник надходять найдрібніші й легкі частинки. Розміри ставка-відстійника повинні бути достатніми для освітлювання води.

Відведення освітленої води за межі хвостосховища здійснюють за допомогою водоскидних споруд. У зв'язку з безперервним підвищенням гребеня дамб обвалування в процесі експлуатації хвостосховища, конструкція водоскидних споруд повинна забезпечити відведення води з різних відміток.

Заповнювання хвостосховища може бути одностороннім або кільцевим (рис. 2). При односторонньому заповнюванні скид пульпи здійснюють від дамби до берегів (балочне хвостосховище), при кільцевому – по периметру дамби (рівнинне хвостосховище).

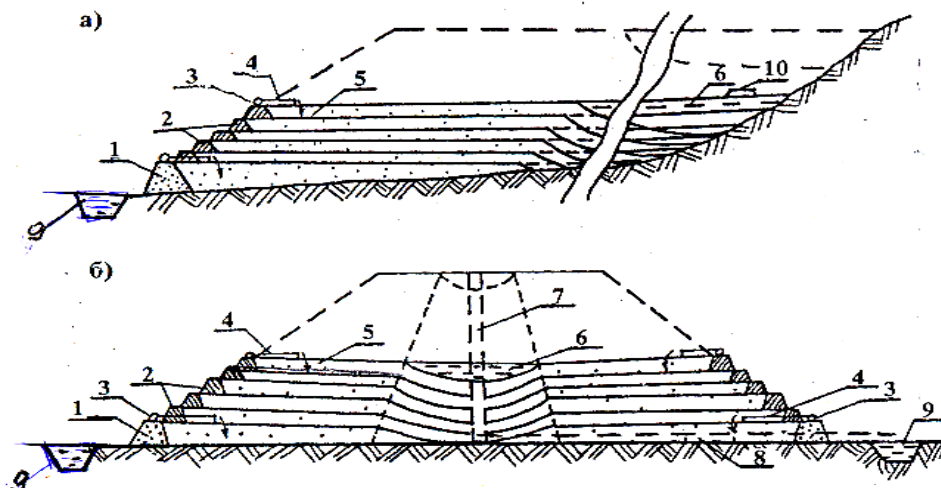


Рис. 2- Схеми заповнювання хвостосховища:

- а) одностороннє заповнювання балочного хвостосховища;  
 б) кільцеве заповнювання рівнинного хвостосховища; 1 – первинна дамба; 2 – вторинна дамба; 3 – розподільчий пульповод; 4 – випуск; 5 – надводний пляж; 6 – ставок-відстійник; 7 – водоскидний колодязь; 8 – водоспускний колектор; 9 – збірна канава; 10 – плавуча насосна станція.

#### 4. ОГОРОДЖУВАЛЬНА ДАМБА

У поперечному перерізі профіль дамби має вигляд трапеції, бокові сторони якої називають укосами. Укіс з боку хвостосховища називають верховим, із зовнішнього боку – низовим (рис. 3).

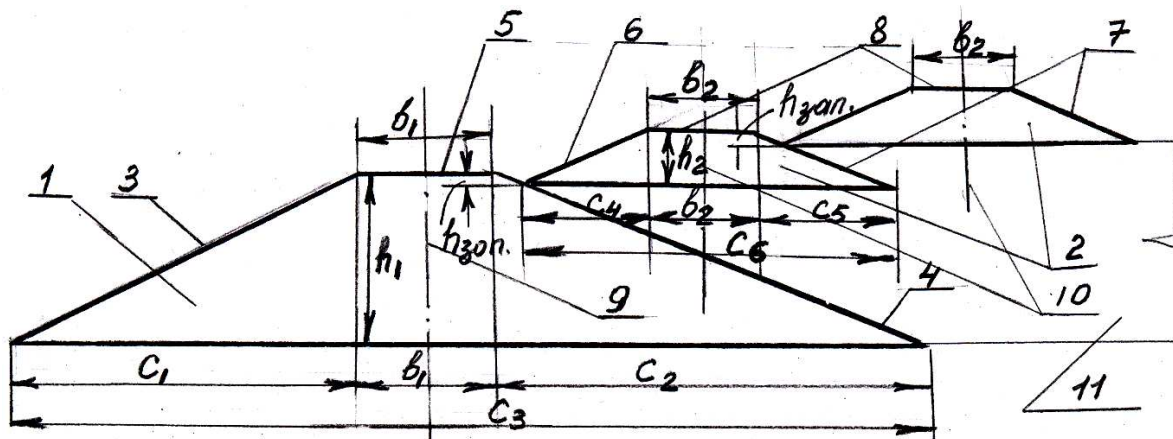


Рис. 3 - Поперечний переріз огороджувальної дамби:

- 1 – первинна дамба; 2 – вторинна дамба; 3 – низовий укіс первинної дамби;  
 4 – верховий укіс первинної дамби; 5 – гребінь первинної дамби; 6 – низовий укіс вторинних дамб; 7 - верховий укіс вторинних дамб; 8 – гребінь вторинних дамб;  
 9 – вісь первинної дамби; 10 – вісі вторинних дамб;  $b_1$  – ширина по гребеню первинної дамби;  $h_1$  – висота первинної дамби;  $c_1$  – закладання низового укосу первинної дамби;  
 $c_2$  – закладання верхового укосу первинної дамби;  $c_3$  – ширина нижньої основи первинної дамби;  $b_2$  – ширина по гребеню вторинних дамб;  $h_2$  – висота вторинних дамб;  $c_4$  – закладання низових укосів вторинних дамб;  $c_5$  – закладання верхових укосів вторинних дамб;  $c_6$  – ширина нижньої основи вторинних дамб;  $h_{зан}$  – перевищення гребеня дамби над рівнем заповнювання.

Нахили укосів (відношення висоти до закладання укосу) залежать від висоти й матеріалів дамби та її основи.

Закладання укосу – це проекція довжини укосу на горизонтальну площину. Верховий укіс споруджують, як правило, більш пологим тому що він насичений водою майже на повну висоту.

Горизонтальну площину, яка обмежує тіло дамби зверху, називають гребенем дамби. Ширина дамби по гребеню визначається з урахуванням розташування розподільчих пульповодів і влаштування дороги для проїзду машин і будівельних механізмів.

Первинна дамба – це насип з природного матеріалу або з розкривної породи висотою 5-10 м, призначений для утворення хвостосховища першої черги.

Вторинні дамби після заповнювання хвостосховища першої черги, споруджують по ярусах з намитих хвостів за допомогою будівельної техніки (бульдозерів, скреперів і інших механізмів). Висота вторинних дамб складає 2,5-3 м. Основою вторинних дамб слугують намиті хвости надводного пляжу.

Перевищення гребеня дамби над рівнем заповнення хвостосховища приймають з урахуванням вітрового хвилеутворення, але не менше 0,5 м.

Основні вимоги до огорожувальних дамб зводять до забезпечення стійкості укосів від зсувів і опливання. Вибір конструкції огорожувальної дамби обґрунтовується техніко-економічними розрахунками.

## 5. РОЗРАХУНОК ЄМКОСТІ ХВОСТОСХОВИЩА

Ємкість хвостосховища складається з об'ємів розміщених хвостів і ставка-відстійника.

Об'єм хвостосховища повинен бути достатнім для розміщення хвостів на період проектного терміну експлуатації, який визначають за залежністю

$$W = \frac{G_{\text{хв.}} \cdot t_e}{\rho_{\text{с. хв.}} \cdot K_{\text{зап.}}}, \text{ м}^3, \quad (2)$$

де  $G_{\text{хв.}}$  – вихід хвостів за рік, т;  $t_e$  – число років експлуатації хвостосховища;  $\rho_{\text{с. хв.}}$  – середня щільність сухих хвостів у хвостосховищі, т/м<sup>3</sup>;  $K_{\text{зап.}}$  – коефіцієнт заповнення хвостосховища, що характеризує практичну можливість заповнення його геометричного об'єму.

Повне заповнювання хвостосховища не можливе, тому що потрібно залишити об'єм ставка-відстійника, який забезпечить необхідне освітлення води. Рекомендують приймати коефіцієнт заповнення хвостосховища таким, що дорівнює 0,75 – 0,85.

Геометричний об'єм хвостосховища визначають за даними топографічного знімання місцевості і закладання укосів дамби шляхом схематизації його форми близько до тієї чи іншої геометричної фігури (зрізаний конус, зрізана піраміда, призма і т. ін.).



## 6. ОБСЯГ І СКЛАД РОБОТИ

### 6.1. Для виконання курсової роботи необхідно:

- а) визначити річний вихід хвостів на гірничозбагачувальному комбінаті;
- б) розрахувати необхідний об'єм хвостосховища на заданий термін його експлуатації;
- в) побудувати поперечний переріз огорожувальної дамби, схематичний розріз і план хвостосховища, розрахувати всі необхідні для розрахунків розміри і нанести їх на креслення;
- г) розрахувати об'єми хвостосховища першої черги і наступних ярусів, а також терміни їх експлуатації;
- д) визначити об'єми вторинних дамб кожного ярусу;
- ж) розрахувати загальний об'єм вторинних дамб і хвостосховища, висоту огорожувальної дамби, яка забезпечить його експлуатацію на проектний термін.

### 6.2. Матеріали до звіту

На міліметровому аркуші паперу формату А-2 показати:

- а) схематичний план хвостосховища з нанесеними на ньому осями первинної і вторинних дамб (рис. 4);
- б) поперечний переріз огорожувальної дамби в масштабі 1:200 (рис. 5);
- в) схематичний розріз хвостосховища (рис. 6).

Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити титульний аркуш, усі розрахунки, їх опис і пояснення. До записки додають вихідні дані до розрахунково-графічної роботи.

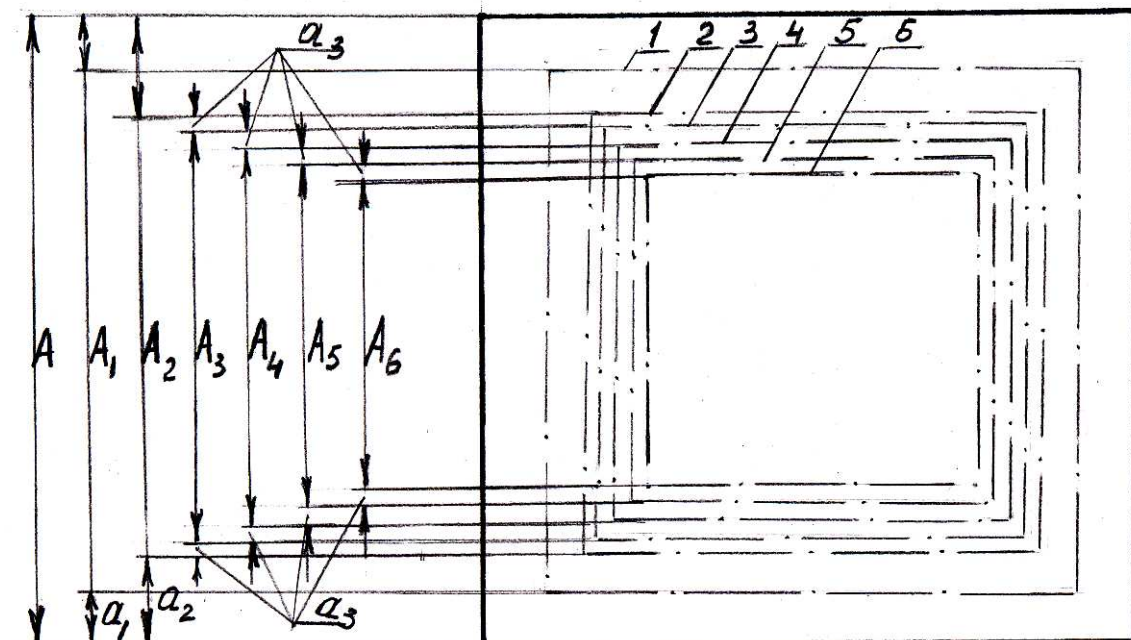


Рис. 4 - Схематичний план хвостосховища:  
1 – вісь первинної дамби; 2-6 – осі вторинних дамб.

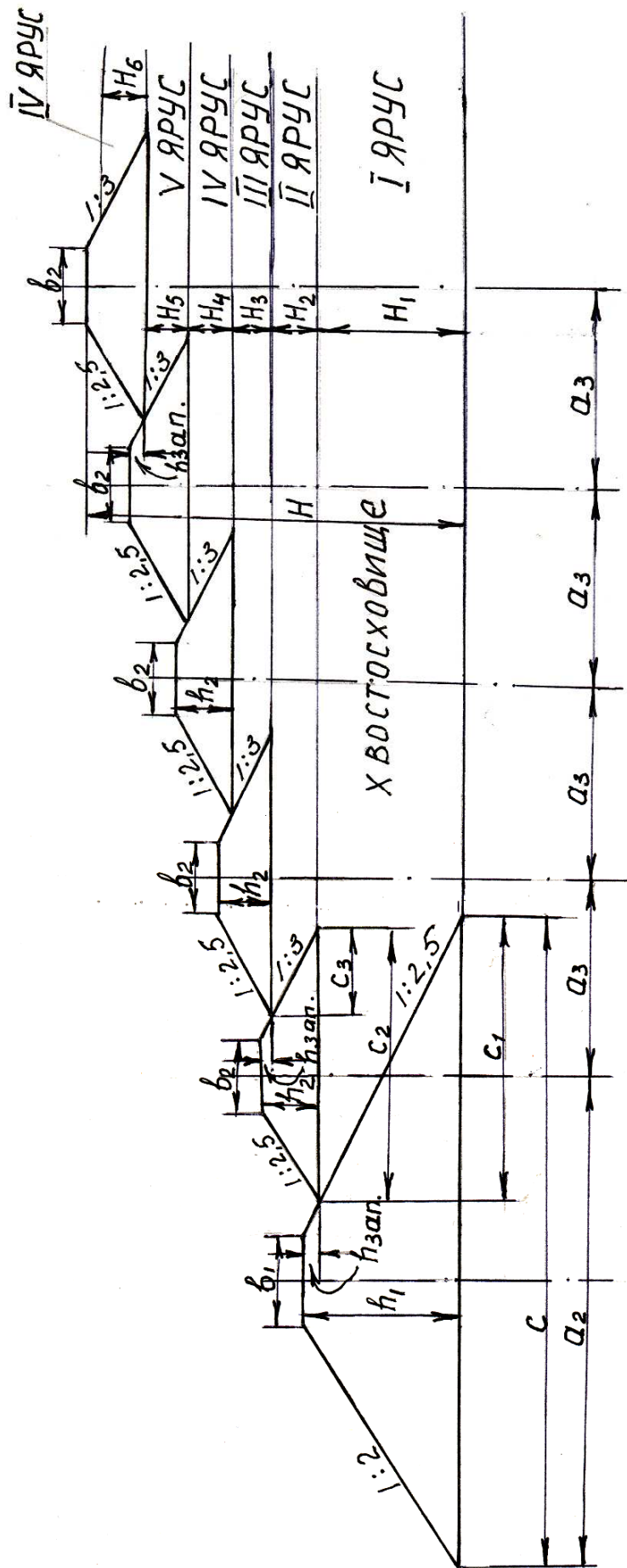


Рис. 5 - Поперечний переріз огорожувальної дамби

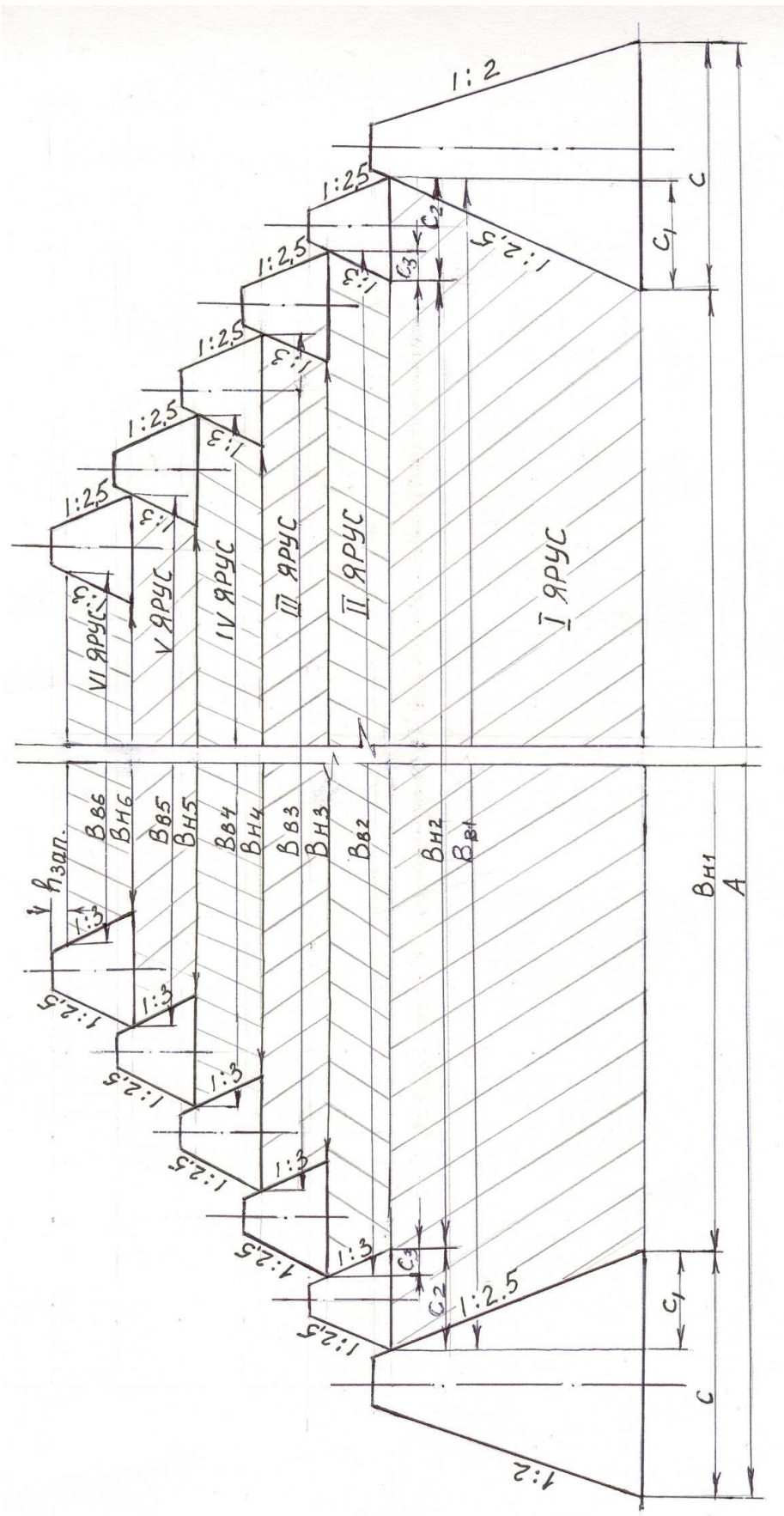


Рис. 6 - Схематичний розріз хвостосхошища

## 7. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ Й ОФОРМЛЕННЯ ЗАВДАННЯ

### 7.1 Вихідні дані:

Гірничозбагачувальний комбінат видаляє хвости збагачення в хвостосховище гідравлічним способом.

Витрата пульпи  $Q_{\text{п}} = 15000 \text{ м}^3/\text{ГОД}$ .

Консистенція пульпи  $T : P = 1 : 15$ .

Щільність частинок хвостів  $\rho_{\text{ч. хв.}} = 3 \text{ т/м}^3$ .

Щільність води  $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ т/м}^3$ .

Хвостосховище наливне (поступового заповнювання) рівнинного типу в плані має форму квадрата.

Площа земельної ділянки, що відведена під хвостосховище,  $S=300 \text{ га}$ .

Термін експлуатації хвостосховища  $t_{\text{е}} = 10 \text{ років}$ .

Первинну дамбу споруджують з природних суглинків. Висота первинної дамби  $h_1=10 \text{ м}$ ; закладання верхового укосу 1:2,5; низового – 1:2; ширина по гребеню  $b_1 = 8 \text{ м}$ .

Вторинні дамби споруджують по ярусах з хвостів. Висота вторинних дамб  $h_2 = 3 \text{ м}$ ; закладання верхового укосу 1:3; низового – 1:2,5; ширина по гребеню  $b_2=6 \text{ м}$ .

Перевищення гребеня дамб над рівнем заповнення хвостосховища  $h_{\text{зап.}} = 0,5 \text{ м}$ .

Середня щільність укладання сухих хвостів, які намиті в хвостосховище і відсіпані у вторинні дамби  $\rho_{\text{с.хв.}} = 1,85 \text{ т/м}^3$ .

Коефіцієнт заповнення хвостосховища  $k_{\text{зап.}} = 0,8$ .

### 7.2 Методика розрахунку

*Робота складається з двох розділів:*

- у першому розділі визначають об'єм хвостосховища, необхідний для прийому хвостів протягом заданого терміну експлуатації;
- у другому розділі визначають при якій висоті огорожувальної дамби хвостосховище, яке розташоване на заданій площі земельної ділянки, забезпечить його експлуатацію протягом заданого терміну експлуатації.

### РОЗДІЛ 1

#### 1. Розраховують річний вихід хвостів у такій послідовності:

1. Визначають щільність хвостової пульпи за виразом (1) :

$$\rho_{\text{п}} = \frac{T+P}{\frac{T}{\rho_{\text{ч.хв.}}} + \frac{P}{\rho_{\text{в}}}} = \frac{1+15}{\frac{1}{3} + \frac{15}{1}} = 1,044 \text{ т/м}^3.$$

2. Розраховують витрату пульпи за масою:

$$Q_{\text{п за масою}} = Q_{\text{п}} \rho_{\text{п}} = 15000 \times 1,044 = 15652,2 \text{ т/ГОД.}$$

3. Розраховують вихід хвостів :

$$G_{\text{хв.}} = Q_{\text{п за масою}} / (T + P) = 15652,2 / (1+15) = 978,3 \text{ т/ГОД.}$$

4. Визначають річний вихід хвостів, враховуючи, що гірничозбагачувальний комбінат працює цілодобово 365 днів у році:

$$G_{\text{хв}} = 978,3 \times 24 \times 365 = 8569565 \text{ т/рік.}$$

**2. Визначають об'єм хвостосховища, необхідний для прийому хвостів протягом десяти років, за залежністю (2):**

$$W = W = \frac{G_{\text{хв.}} \cdot t_e}{\rho_{\text{с. хв.}} \cdot K_{\text{зап.}}} = \frac{8569565}{0,8 \times 1,85} = 57902468 \text{ м}^3.$$

## РОЗДІЛ 2

### **1. Розрахунок висоти огорожувальної дамби, об'ємів вторинних дамб, об'ємів хвостосховища по ярусах і термінів їх експлуатації**

#### **1.1 Методика розрахунку**

Для виконання розрахунків попередньо треба побудувати поперечний переріз огорожувальної дамби, схематичний план і розріз хвостосховища, визначити необхідні для розрахунку розміри і нанести їх на креслення.

Довжину однієї сторони земельної ділянки, яку займає хвостосховище, визначають за співвідношенням

$$A = \sqrt{S}, \text{ м}, \quad (3)$$

де  $S$  – площа земельної ділянки,  $\text{м}^2$ .

Розрахунок геометричного об'єму хвостосховища виконують поетапно, тобто спочатку визначають об'єм хвостосховища першої черги (перший ярус), потім кожного наступного ярусу, а загальний об'єм – як їх суму.

Для спрощення розрахунків з достатньою точністю можна прийняти, що кожний ярус хвостосховища має форму зрізаної піраміди. В такому випадку об'єм кожного ярусу хвостосховища визначають за формулою

$$W_i = \frac{1}{3} H_i (S_{\text{ни}} + S_{\text{ви}} + \sqrt{S_{\text{ни}} S_{\text{ви}}}), \text{ м}^3, \quad (4)$$

де  $H_i$  – висота кожного ярусу, м;  $S_{\text{ни}}$  і  $S_{\text{ви}}$  – площа нижньої і верхньої основи кожного ярусу відповідно, які визначають за залежностями

$$S_{\text{ни}} = B_{\text{ни}}^2, \text{ м}^2; \quad (5)$$

$$S_{\text{ви}} = B_{\text{ви}}^2, \text{ м}^2, \quad (6)$$

де  $B_{\text{ни}}$  і  $B_{\text{ви}}$  – розміри сторін нижньої і верхньої основи кожного ярусу хвостосховища відповідно.

При розрахунку об'ємів ярусів хвостосховища, які огорожені вторинними дамбами, враховують ті обставини, що для спорудження вторинних дамб використовують хвости з надводних пляжів. Це призводить до збільшення ємкості й терміну експлуатації кожного ярусу хвостосховища. Тому сумарний об'єм кожного ярусу  $W_{\text{сі}}$  складається з його геометричного об'єму й об'єму вторинної дамби цього ярусу.

При схематизації форми вторинної дамби як правильної призми, об'єм її визначають за виразом

$$V_i = F L_{\text{ді}}, \text{ м}^3, \quad (7)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу вторинної дамби,  $\text{м}^2$ ;  $L_{\text{ді}}$  – довжина вторинної дамби кожного ярусу по осі, яку визначають за формулою

$$L_{\text{ді}} = 4 A_i, \text{ м}, \quad (8)$$

де  $A_i$  – довжина однієї сторони дамби по її осі (див. рис. 5).

$$\text{Отже} \quad W_{ci} = W_i + V_i, \text{ м}^3. \quad (9)$$

Термін експлуатації кожного ярусу встановлюють за залежністю (2)

$$t_i = \frac{W_{ci} K_{зап} \rho_{с.хв.}}{G_{хв.}}, \text{ років} \quad (10)$$

Розрахунки загального об'єму хвостосховища  $W_3$ , загального об'єму вторинних дамб  $V_3$ , повного терміну експлуатації хвостосховища  $t$  й висоти огорожувальної дамби  $H$  визначають відповідно за такими залежностями

$$W_3 = \sum_{i=1}^n W_{ci}, \text{ м}^3; \quad (11)$$

$$V_3 = \sum_{i=1}^n V_{ci}, \text{ м}^3; \quad (12)$$

$$t = \sum_{i=1}^n t_i, \text{ років}; \quad (13)$$

$$H = \sum_{i=1}^n H_i + h_{зап}, \text{ м}; \quad (14)$$

де  $n$  – кількість ярусів.

Одержані значення загального об'єму порівнюють з необхідним (п.7.2.), повного терміну експлуатації  $t$  – з потрібним за завданням, при цьому мають бути виконані наступні умови:

$$W_3 \geq W; \quad (15)$$

$$t \geq t_e \quad (16)$$

## 1.2 Розрахунок хвостосховища першої черги (першого ярусу)

1. Визначають розмір сторони ділянки, яку займає хвостосховище за залежністю (3):

$$A = \sqrt{3000000} = 1732,1 \text{ м.}$$

2. Розраховують геометричний об'єм хвостосховища першої черги за залежністю (4):

$$\begin{aligned} W_1 &= 1/3 H_1 (S_{H1} + S_{B1} + \sqrt{S_{H1}S_{B1}}) = \\ &= 1/3 \times 9,5 (1626,1^2 + 1673,6^2 + \sqrt{1626,1^2 + 1673,6^2}) = 25859292 \text{ м}^3, \end{aligned}$$

де  $H_1 = 9,5$  м;  $S_{H1} = B_{H1}^2$ ;  $B_{H1} = A - 2c$ ;  $c = 10 \times 2 + 8 + 10 \times 2,5 = 53$  м;

$B_{B1} = 1732,1 - 106 = 1626,1$  м;  $S_{B1} = B_{B1}^2$ ;  $B_{B1} = B_{H1} + 2c_1$ ;  $c_1 = 9,5 \times 2,5 = 23,75$  м;  $B_{B1} = 1626,1 + 2 \times 23,75 = 1673,6$  м.

3. Визначають термін експлуатації хвостосховища першої черги за виразом (2):

$$t_1 = \frac{W_1 K_{зап} \rho_{с.хв.}}{G_{хв.}} = (25859292 \times 1,85 \times 0,8) / 8569565 = 4,47 \text{ років.}$$

### **1.3 Розрахунок другого ярусу хвостосховища**

1. Визначають геометричний об'єм другого ярусу хвостосховища за залежністю (4):

$$W_2 = 1/3 H_2 ( S_{H_2} + S_{B_2} + \sqrt{S_{H_2} S_{B_2}} ) = \\ = 1/3 \times 2,5 ( 1628,6^2 + 1643,6^2 + \sqrt{1628,6^2 + 1643,6^2} ) = 6691703 \text{ м}^3,$$

де  $H_2 = 2,5 \text{ м}$ ;  $S_{H_2} = B_{H_2}^2$ ;  $B_{H_2} = B_{B_1} - 2 c_2$ ;  $c_2 = 3 \times 2,5 + 6 + 3 \times 3 = 22,5 \text{ м}$ ;  
 $B_{H_2} = 1673,6 - 2 \times 22,5 = 1628,6 \text{ м}$ ;  $S_{B_2} = B_{B_2}^2$ ;  $B_{B_2} = B_{H_2} + 2 c_3$ ;  
 $c_3 = 2,5 \times 3 = 7,5 \text{ м}$ ;  $B_{B_2} = 1628,6 + 7,5 \times 2 = 1643,6 \text{ м}$ .

2. Розраховують об'єм вторинної дамби за залежністю (7):

$$V_2 = F L_{д2} = 42,75 \times 6610,2 = 282586 \text{ м}^3,$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу вторинної дамби, що дорівнює

$$F = ( b_2 + c_2 ) h_2 / 2 = 42,75 \text{ м}; L_{д2} = 4 A_2; A_2 = A - 2 a_2 ; \\ a_2 = 2 \times 10 + 8 + 0,5 \times 2,5 + 3 \times 2,5 + 3 = 39,75 \text{ м}; \\ A_2 = 1732,1 - 39,75 \times 2 = 1652,6 \text{ м}; L_{д2} = 1652,6 \times 4 = 6610,2 \text{ м}.$$

3. Розраховують сумарний об'єм другого ярусу хвостосховища за рівнянням (9):

$$W_{c_2} = W_2 + V_2 = 6691703 + 282586 = 6974289 \text{ м}^3.$$

4. Визначають термін експлуатації другого ярусу хвостосховища за залежністю (2):

$$t_2 = 6974289 \times 1,85 \times 0,8 / 8569565 = 1,20 \text{ року.}$$

### **1.4 Розрахунки наступних ярусів хвостосховища виконують аналогічно п.1.3.**

#### **1.5 Розрахунки загальних параметрів хвостосховища**

Їх виконують у наступній послідовності :

1. Визначають загальний об'єм хвостосховища за залежністю (11):

$$W_3 = 25859292 + 69774289 + 6726001 + 6482213 + 6242926 + \\ + 6008138 = 58292859 \text{ м}^3.$$

2. Розраховують загальний об'єм вторинних дамб за виразом (12):

$$V_3 = 282586 + 277456 + 272326 + 267196 + 262066 = 1361631 \text{ м}^3.$$

3. Визначають повний термін експлуатації хвостосховища за залежністю (13):

$$t = 4,47 + 1,20 + 1,16 + 1,12 + 1,08 + 1,04 = 10,07 \text{ років.}$$

4. Розраховують висоту огорожувальної дамби за залежністю (14):

$$H = 9,5 + 2,5 \times 5 + 0,5 = 22,5 \text{ м.}$$

5. Порівнюють одержані значення загального об'єму хвостосховища з необхідним і повного терміну експлуатації – з потрібним за завданням, за залежностями (15) – (16):

$$58292859 > 57902468 \text{ м}^3;$$

$$10,07 > 10 \text{ років.}$$

Таким чином, хвостосховище, що розташоване на ділянці площею 300 га, при висоті огорожувальної дамби 22,5 м, забезпечить його експлуатацію з терміном 10 років.

**Зведена розрахункова таблиця**

	Номер ярусу					
	1	2	3	4	5	6
Висота ярусу хвостосховища $H_i$ , м	9,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Довжина однієї сторони нижньої основи ярусу $B_{ни}$ , м	1626,1	1628,6	1598,6	1568,6	1538,6	1508,6
Довжина однієї сторони верхньої основи ярусу $B_{ви}$ , м	1673,6	1643,6	1613,6	1583,6	1553,6	1523,6
Об'єм ярусу хвостосховища $W_i$ , $\text{м}^3$	25859292	6691703	6448545	6209887	5975730	5746072
Площа перерізу вторинної дамби $F$ , $\text{м}^2$	-	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75
Довжина однієї сторони вторинної дамби $A_i$ , м	-	1652,6	1622,6	1592,6	1562,6	1532,6
Довжина вторинної дамби одного ярусу $L_i$ , м	-	6610,2	6490,2	6370,2	6250,2	6130,2
Об'єм вторинної дамби одного ярусу $V_i$ , $\text{м}^3$	-	282586	277456	272326	267196	262066
Сумарний об'єм одного ярусу хвостосховища $W_{ci}$ , $\text{м}^3$	25859292	69774289	6726001	6482213	6242926	6008138
Термін $t_i$ експлуатації одного ярусу, років	4,47	1,20	1,16	1,12	1,08	1,04



## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Бригінець К.Д. Утилізація промислових відходів. Основи утилізації відходів. Конспект лекцій. /Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010 – 82 с.
2. Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни “Утилізація промислових відходів” / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: К. Д. Бригінець. – Х.: ХНАМГ, 2010 – 19 с.
3. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Утилізація промислових відходів” / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: К. Д. Бригінець. – Х.: ХНАМГ, 2010 – 40 с.
4. Экология города: Учебник / Под ред. Ф.В. Стольберга. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
5. Евдокимов П.Д. Проектирование и эксплуатация хвостовых хозяйств обогатительных фабрик. – М.: Госгортехиздат, 1980. – 420 с.
6. Гидротехнические сооружения: Справочник проектировщика / Под общ. ред. В. П. Недриги. – М.: Стройиздат, 1983. – 543 с.
7. Рекомендации по проектированию и строительству шламонакопителей хвостохранилищ металлургической промышленности / ВНИИ ВОДГЕО. – М.: Стройиздат, 1986.– 128 с.

## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи

**«Розрахунок параметрів хвостосховища»**

з дисципліни

**«Утилізація промислових відходів»**

(для студентів 3 курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.040106

„Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”).

Укладачі: **БРИГІНЕЦЬ** Катерина Данилівна  
**АБАШИНА** Катерина Олександрівна,

Відповідальний за випуск *О. Г. Шатровський*

Редактор: *З. М. Москаленко*

Комп'ютерне верстання: *К. А. Алексанян*

План 2010, поз. 49 М

---

Підп. до друку 16. 09. 2010  
Друк на різнографі  
Зам. №

Формат 60 x84/16  
Ум. друк. арк. 1,0  
Тираж 50 пр..

---

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: ректорат@ksame.kharkov.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4064 від 12.05.2011