

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

В.Є. Колесник, О.О. Березняк, О.О. Борисовська

НАУКОВІ ОСНОВИ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт
для здобувачів ступеня магістра освітньо-наукової програми вищої освіти
«Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі»
зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Наукові основи раціонального природокористування [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня магістра освітньо-наукової програми вищої освіти «Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі» зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища / уклад.: В.Є. Колесник, О.О. Березняк, О.О. Борисовська ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 20 с.

Укладачі:

В.Є. Колесник, д-р техн. наук, проф.

О.О. Березняк, канд. техн. наук, доц.

О.О. Борисовська, канд. техн. наук, доц.

Затверджено науково-методичною комісією зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища (протокол № 2 від 04.10.2024) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол № 3 від 04.10.2024).

Орієнтовано на активізацію навчальної діяльності здобувачів освітньо-наукової програми «Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі» другого (магістерського) рівня вищої освіти та закріплення практичних навичок у засвоєнні дисципліни «Наукові основи раціонального природокористування».

Відповідальний за випуск завідувачка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища О.О. Борисовська, канд. техн. наук, доц.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
Практична робота № 1. Дослідження зсувонебезпеки схилів чи укосів яружно-балочної мережі на основі фізичного моделювання процесів зсуву ґрунтів	6
Практична робота № 2. Дослідження параметрів моделі проточного горизонтального відстійника для очистки води від механічних домішок ...	13
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ.....	18
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	20

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна «Наукові основи раціонального природокористування» – фахова освітня компонента спеціальності «Технології захисту навколишнього середовища» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Наукові підходи до раціонального природокористування вимагають від здобувачів знань та розумінь фундаментальних і прикладних аспектів науки про довкілля, умінь вибрати оптимальну стратегію господарювання та природокористування в залежності від екологічних умов, критично осмислювати теорії, принципи, методи і поняття з різних предметних галузей, що необхідні для вирішення практичних задач і проблем технологій захисту навколишнього середовища. У рамках курсу викладено матеріали стосовно основних систем природокористування, планування та організація науково-дослідної роботи, практичне застосування науково-дослідних робіт з раціонального природокористування, проектування та оцінювання негативних впливів промислових об'єктів на довкілля, інноваційної науково-дослідної та виробничої діяльності

Метою дисципліни є формування у майбутніх фахівців (магістрів) умінь та компетенцій для формування сучасної екосвідомої та ековідповідальної поведінки в умовах господарської та побутової діяльності; забезпечення майбутніх фахівців знаннями на рівні новітніх досягнень про основні концепції природознавства, сталого розвитку і методології наукового пізнання для пошуку та впровадження новітніх екодружніх технологій та інших заходів для підвищення екологічної безпеки довкілля та забезпечення раціонального природокористування.

Об'єкт вивчення дисципліни – новітні екодружні технологічні рішення для підвищення екологічної безпеки довкілля та забезпечення раціонального природокористування.

Предмет вивчення дисципліни – основи розробки та впровадження технологій переробки техногенних родовищ та промислових відходів.

Методичні рекомендації призначені для закріплення теоретичних знань, набутих здобувачами в лекційному курсі, а також формування навичок із застосування методів розробки та впровадження технологій переробки техногенних родовищ та промислових відходів.

В методичних рекомендаціях представлено *дві практичні роботи*, текст яких викладено за типовою структурною схемою: тема, мета роботи, сформовані результати навчання, подання теоретичних положень за темою, завдання для

самостійного виконання та питання для самоконтролю. Практична робота виконується здобувачами згідно з поставленими завданнями за допомогою наведених в роботі таблиць, схем, формул.

Результатом виконання практичної роботи є звіт, виконаний в письмовій формі в окремому зошиті або на аркушах формату А4, який підлягає захисту.

Звіт з практичної роботи може виконуватись в письмовому вигляді або в електронній формі та повинен включати:

- титульний аркуш,
- назву та мету роботи,
- завдання на практичну роботу,
- результати виконання завдань на практичну роботу,
- висновки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗСУВОНЕБЕЗПЕКИ СХИЛІВ ЧИ УКОСІВ ЯРУЖНО-БАЛОЧНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗСУВУ ҐРУНТІВ

Мета роботи: набуття навичок оцінки зсувонебезпеки локальних територій розташування схилів та укосів, тобто яружно-балочної мережі населених міст.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

- здійснювати інноваційну науково-дослідну та виробничу діяльність з розробки та впровадження сучасних технологій охорони навколишнього середовища на різних етапах життєвого циклу виробництва;
- обирати оптимальний варіант реалізації підприємством природоохоронних програм та заходів;
- організовувати, планувати та проводити науково-дослідні роботи в сфері технологій захисту навколишнього середовища та раціонального природокористування.

1.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Кліматичні зміни та порушення складових навколишнього природного середовища постають як важливі компоненти соціально-екологічної проблеми. Так, в Україні середня температура за останні 25 років зросла на 1,3 °C та 0,9 °C у літній та зимовий сезони, відповідно. Підвищення температури повітря сприяє зменшенню промерзання ґрунту взимку, прискоренню просочування води у ґрунтову товщу та підвищення рівня ґрунтових вод, посилення підтоплення та активізація зсувів в тому числі і на територіях населених міст. Однак, найбільш помітним наслідком зміни клімату в Україні є зростання кількості та інтенсивності екстремальних погодних явищ, викликаних динамічними процесами у кліматичних системах, які супроводжуються, хоч і короткочасними, але інтенсивними опадами – провісниками геологічних процесів у вигляді зсувів земної поверхні.

Поширення та розвиток зсувів земної поверхні на території України має тенденцію до зростання, зокрема площі зсувонебезпечних зон за останні 30 років збільшились у 2–5 разів. Площа фактичних зсувів становить 4953,6 км². Головними природними чинниками активізації зсувів є кліматичні зміни,

обумовлені кількістю та інтенсивністю опадів, температурними коливаннями тощо. Господарська діяльність виступає фактором додаткового впливу на розвиток зсувного процесу у вигляді зовнішніх навантажень, підрізки схилів під час будівельних робіт, створення динамічних навантажень тощо.

Адекватна прогнозна оцінка зсувонебезпеки в масштабах цілих регіонів і окремих яружно-балочних мереж дозволить запобігти катастрофічним зсувним явищам та впровадити дієву систему захисних інженерних заходів.

Геомоніторинг земель та геологічного середовища показує, що значна кількість схилів і укосів в балках на територіях великих міст є зсувонебезпечними через низьку стійкість (міцність) лесових ґрунтів, кліматичні особливості місцевості та штучні впливи. Наприклад, загальна площа зсувних ділянок в балці Діївська (м. Дніпро) може сягати приблизно 45000 м².

Основні регресійні залежності для визначення рівнів зсувонебезпеки схилів і укосів

На основі обробки статистичних даних стосовно кліматичних показників та рельєфу територій, співробітниками кафедри було побудовано модель залежності питомої кількості зсувів ґрунту (число зсувів на 1000 кв. км) від інтенсивності атмосферних опадів в регіонах. При цьому для оцінки зсувонебезпечності певних областей запропоновано інтегральний коефіцієнт рельєфу, який є добутком усереднених відомих коефіцієнтів висоти, густоти та глибини рельєфу місцевості в районах розташування схилів і укосів. Для подальшого аналізу наводимо виявлений тренд з предметними змінними у вигляді рівняння регресії:

$$N_{zc} = 0,011 K_p W, \quad (1.1)$$

де N_{zc} – питома чисельність зсувів у регіоні, число зсувів на 1000 кв. км; W – кількість річних опадів, мм/рік; K_p – інтегральний коефіцієнт рельєфу місцевості у певному регіоні.

Зазначимо, що виявлена лінійна регресійна залежність питомої чисельності зсувів від кількості атмосферних опадів у вигляді (1.1) дозволила визначати потенційну зсувонебезпечність певних регіонів та побудувати відповідну карту України.

На практиці, зокрема в локальному контексті, тобто на певних територіях яружно-балочної мережі населених міст, постає зворотна задача, що полягає у визначенні кількості опадів, яка спричинить, хоча б один зсув ґрунту на певній території, наприклад житлового масиву, розташованого поряд з яром чи балкою, небезпечна зона якої складає певну площу – S . Очевидно, що на цій території

інтегральний коефіцієнт рельєфу місцевості буде відрізнятися від регіонального (K_p), отже також потребує окремого визначення.

Для вирішення задачі у такій постановці перепишемо рівняння (1) з заміною питомої кількості зсувів на фактичну та помножимо ліву і праву частину на S .

Отримаємо:

$$N_{zc}S / 1000 = 0,011 K_p W S. \quad (1.2)$$

Ліва частина рівняння (1.2) прогнозує фактично очікувану чисельність зсувів на території площиною S , км² після певної кількості опадів. Позначимо її як N_s , тобто $N_{zc}S / 1000 = N_s$, та перепишемо рівняння (2) у вигляді:

$$N_s = 0,011 K_{ps} W_s S, \quad (1.3)$$

де W_s – фактична кількість опадів над обраною територією на період прогнозу, мм; K_{ps} – інтегральний коефіцієнт рельєфу обраної місцевості.

Рівняння (1.3) дозволяє визначити кількість опадів, що спричинить хоча б один зсув ґрунту на обраній території. Для цього підставимо у ліву частину (1.3) величину $N_s = 1$, та знайдемо корінь отриманого рівняння у вигляді:

$$W_{so} = 1 / 0,011 K_{ps} S = 99,909 / K_{ps} S, \quad (1.4)$$

З формули (1.4) витікає, що чим більше масштаби яружно-балочної мережі, тим менша кількість опадів спричинить принаймні одиничний зсув. Але W_{so} певною мірою залежить й від величини інтегрального показника K_{ps} , який враховує рельєф відповідної ділянки яружно-балочної мережі.

Примітно, що рівняння (1.4) дозволяє визначити кількість опадів, що спричинять хоча б один зсув ґрунту на зсувонебезпечній території площею S , км². Відповідний розв'язок цього рівняння відносно інтенсивності опадів W_{so} , що обумовлять 1 зсув, отримано у вигляді виразу:

$$W_s = 90,909 / K_{ps} S, \text{ мм} \quad (1.5)$$

Рівняння (1.5) дозволяє прогнозувати не тільки критичні для зсуву ґрунту опади на території яружно-балочної мережі. Зазначимо, що число-коефіцієнт в чисельнику – 90,909, з одного боку, характеризує критичні опади в мм, які спричинять зсув на зсувонебезпечній території площею 1 км² з коефіцієнтом рельєфу 1, а з іншого, – це відповідний об'єм води, що потрапляє на указану площу, оскільки має розмірність – мм*км². В кінцевому результаті, визначає критичне для зсуву зволоження зсувонебезпечної ділянки яружно-балочної мережі певної площі з певним рельєфом:

$$W_s S = 90,909 / K_{ps}, \text{ мм*км}^2 = 90,909 \times 10^3 / K_{ps}, \text{ м}^3, \quad (1.6)$$

Рівняння (1.6) дозволяє оцінити об'єм зволоженого ґрунту, що видаляється

з масиву в результаті зсуву. Позначимо його як V , м³ та поділимо ліву і праву частину на цю величину. Отримаємо відносну величину критичного для зсуву зволоження масиву ґрунту, яку можна подати в процентах W_g , %:

$$W_g, \% = W_s S \times 100 / V = 90,909 \times 10^5 / V K_{ps}, \%$$

Тобто отримаємо рівняння для визначення відносної вологості ґрунту:

$$W_g = 90,909 \times 10^5 / V K_{ps}, \%$$

з якого

$$V = 90,909 \times 10^5 / W_g K_{ps}, \text{ м}^3. \quad (1.7)$$

Польові дослідження вологості зсувного ґрунту показали, що величина W_g , залежно від властивостей ґрунту вбирати вологу до втрати стійкості природного схилу чи штучного укосу зазвичай менше критичного, отриманого за моделлю та коливається в межах $W_{g,} = 15\text{--}20$, %, залежно від пористості ґрунту. Отже підставляючи певне значення вологості нестійкого ґрунту, визначимо об'єм вивалу зволоженого ґрунту під час зсуву.

Таким чином, для прогнозу параметрів зсуву в локальному аспекті залишається визначити інтегральний коефіцієнта рельєфу – K_{ps} .

1.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Розрахункове визначення коефіцієнту рельєфу за параметрами схилів чи укосів

Авторами запропоновано визначати його як добуток коефіцієнтів, що характеризують зміни в локальному рельєфі певної ділянки яружно-балочної мережі, тобто:

$$K_{ps} = K_{\text{вис}} \times K_{\text{зсув}} \times K_{\text{пер}}, \quad (1.8)$$

де $K_{\text{вис}}$ – коефіцієнт перепаду абсолютних висот уздовж яружно-балочної системи; $K_{\text{зсув}}$ – коефіцієнт найбільш зсувонебезпечного укосу; $K_{\text{пер}}$ – коефіцієнт перетину для найбільш зсувонебезпечного профілю.

Зазначені коефіцієнти розраховуються з урахуванням схем, наведених на рис. 1.1, за формулами:

$$K_{\text{вис}} = 1000 \times \Delta h / L_{\text{заг}}; K_{\text{зсув}} = h_s / l_s; K_{\text{пер}} = (l_{\text{н}} / l_{\text{в}}) \times (h_s / l_{\text{н}}). \quad (1.9)$$

де $L_{\text{заг}}$ – загальна довжина балки, м; Δh – перепад висот уздовж балки, м; 1000 – перерахунковий коефіцієнт, проміле; h_s – абсолютна висота укосу, м; l_s – довжина укосу, м (рис. 1.1, а); $l_{\text{в}}$, $l_{\text{н}}$ – ширина балки відповідно по верхньому та нижньому профілю, м (рис. 1.1, б).

а)

б)

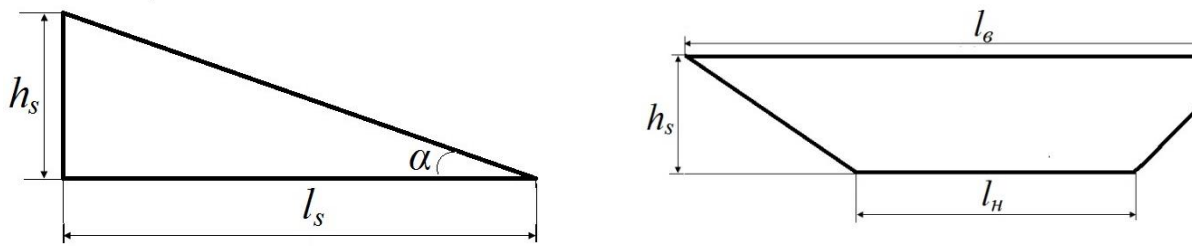


Рисунок 1.1. Пояснювальні схеми до розрахунку коефіцієнту зсувонебезпечного укосу $K_{зсув}$ (а) та коефіцієнту перетину $K_{пер}$ (б)

Таким чином, для прогнозу кількості опадів W_s , що спричинять один зсув ґрунту на певній території яружно-балочної мережі площею S , км², залишається визначити інтегральний коефіцієнт рельєфу цієї території K_{ps} .

Приклад визначення інтегрального коефіцієнту рельєфу K_{ps} та показників зсувонебезпеки балки Діївська (смт. Дівка, м. Дніпро)

В результаті обстеження території балки Діївська отримали наступні вихідні дані для оцінки зсувонебезпечності: $L_{зар} = 1080$ м; $S = 0,092$ км²; $\Delta h = 22$ м; $h_s = 17$ м; $l_s = 4$ м; $l_н = 12$ м; $l_в = 42$ м.

1. Розрахуємо інтегральний коефіцієнт рельєфу балки K_{ps} за формулами (2.8), (2.9):

$$K_{ps} = K_{вис} K_{зсув} K_{пер} = (1000 \times \Delta h / L_{зар}) \times (h_s / l_s) \times (l_н / l_в) \times (h_s / l_н) = \\ = (1000 \cdot 22 / 1080) \times (17 / 4) \times (12 / 42) \times (17 / 12) = 20,37 \times 4,25 \times 0,40 = 35,04.$$

2. Критична для зсуву у балці кількість опадів W_s , які спричинять зсув, складе:

$$W_s = 90,909 / K_{ps} \times S = 90,909 / 35,04 \times 0,092 = 90,909 / 3,224 = 28,2 \text{ мм.}$$

3. Для виникнення зсуву на найбільш зсувонебезпечній ділянці балки, критичним прогнозом є 28,2 мм опадів за короткостроковий період. Об'єм води, що критично зволожить ґрунт ділянки складе згідно з (2.6):

$$W_s S = 90,909 / 35,04 = 28,2 * 0,092, \text{ мм} * \text{км}^2 = 28,2 * 0,092 * (10^3), \text{ м}^3 = 2594 \text{ м}^3.$$

4. Прогнозний об'єм зволоженого до 17% ґрунту, що видаляється з масиву в результаті зсуву, згідно з (2.7) складе

$$V = 90,909 \times 10^5 / W_g K_{ps} = 90,909 \times 10^5 / (17 \times 35,04) = 15258 \text{ м}^3.$$

Висновок. Прогнозний об'єм зволоження ґрунту на дослідженій території балки, що видаляється з масиву в результаті зсуву складе 15258 м³.

КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Засвоїти методи фізичного моделювання зсувів та стійкості схилів (укосів) в залежності від рівня опадів (зволоження ґрунту) та рельєфу місцевості.

Засвоїти порядок визначення зсувонебезпеку схилів яружно-балочної мережі чи техногенних укосів на основі регресійних залежностей (у вигляді рівнянь).

Визначити інтегральний коефіцієнт рельєфу, показники зсувонебезпеки балки та прогнозний об'єм зсунутого зволоженого ґрунту.

Розрахувати критичну для зсуву у балці кількість опадів W_s , які спричинять зсув, та прогнозний об'єм зволоженого до 17% ґрунту, що видаляється з масиву в результаті зсуву.

Початкові дані для розрахунку наведені у таблиці 1.1 згідно варіантів, який визначається останньою цифрою номера індивідуального навчального плану.

Таблиця 1.1 – Варіанти

Значення змінних	Номера варіантів (остання цифра номера залікової книжки)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$L_{\text{заг}}, \text{ м}$	1000	1020	1030	1050	1070	1090	1110	1130	1150	1170
$S, \text{ км}^2$	0,11	0,105	0,1	0,095	0,09	0,085	0,08	0,075	0,07	0,065
$\Delta h, \text{ м}$	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$h_s, \text{ м}$	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
$l_s, \text{ м}$	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0
$l_n, \text{ м}$	11,2	11,4	11,6	11,8	12	12,2	12,4	12,6	12,8	13
$l_b, \text{ м}$	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35

Питання для самоконтролю

1. Які основні наслідки зміни клімату спостерігаються в Україні за останні роки і як вони впливають на стан ґрунтів та підземних вод?
2. Як екстремальні погодні явища, зумовлені кліматичними змінами, сприяють активізації геологічних процесів, зокрема зсувів?
3. Які основні фактори спричиняють зсувонебезпеку на територіях великих міст, зокрема в яружно-балочних мережах?
4. Чому важливим є проведення геомоніторингу земель та геологічного

- середовища, і які заходи можна впровадити для запобігання зсувам?
5. Які регресійні залежності можна використати для визначення рівнів зсувонебезпеки схилів і укосів?
 6. Як використання лінійної регресійної залежності питомої чисельності зсувів від кількості атмосферних опадів допомагає оцінити зсувонебезпечність регіонів?
 7. У чому полягає зворотна задача для локальних територій яружно-балочної мережі, і які параметри необхідно враховувати для її вирішення?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ПРОТОЧНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВІДСТІЙНИКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДИ ВІД МЕХАНІЧНИХ ДОМІШОК

Мета роботи: набуття навичок з визначення основних параметрів первинних горизонтальних відстійниках, призначених для очищення води від механічних домішок.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

–здійснювати інноваційну науково-дослідну та виробничу діяльність з розробки та впровадження сучасних технологій охорони навколишнього середовища на різних етапах життєвого циклу виробництва;

– обирати оптимальний варіант реалізації підприємством природоохоронних програм та заходів;

– організовувати, планувати та проводити науково-дослідні роботи в сфері технологій захисту навколишнього середовища та раціонального природокористування;

1.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Дослідження параметрів моделі проточного відстійника на математичній моделі визначення ефективності очистки води забрудненої механічними домішками.

Нижче подана методика розрахунку **параметрів горизонтальних відстійників** на моделі у вигляді словесно-аналітичного алгоритму.

Вихідні дані: максимальна витрата стічних вод Q , м³/год; концентрація в стоках завислих частинок речовин C , мг/л; необхідний ступінь очищення стоків або припустимий вміст завислих частинок речовин в освітленій воді $C_{зр}$, мг/л (його величину беруть із санітарних норм); u – гідравлічна крупність частинок, які необхідно видалити для забезпечення необхідної ефективності очищення E , (вона становить 50 – 98 %). Гідравлічна крупність впливає на швидкість відстоювання стоків, яка у свою чергу залежить від кривих кінетики відстоювання, отриманих у лабораторних умовах. Розрахунок гідравлічної крупності частинок виконується за такою формулою:

$$u = \frac{1000HK}{t_1(HK/h_1)^n}, \quad (2.1)$$

де H – глибина проточної частини відстійника, м; K – коефіцієнт використання об'єму відстійника; t_1 – тривалість відстоювання в лабораторному циліндрі при висоті шару h_1 , протягом якого досягається необхідний ефект освітлення; n – коефіцієнт пропорційності, що залежить від агломерування завислих частинок речовин у процесі осадження в різних шарах води ($h_1 > h_2$), його розраховують, використовуючи таку формулу:

$$n = \frac{\lg t_1 - \lg t_2}{\lg h_1 - \lg h_2}, \quad (2.2)$$

де h_1 і h_2 – висота шарів відстоювання в лабораторних умовах, мм; t_1 і t_2 – тривалість відстоювання у відповідних шарах, коли досягається необхідний ефект, с.

В очисних системах найбільш поширені горизонтально розміщені відстійники з такими розмірами: довжина 24...30 м, ширина кожного з робочих відділень 9 м, кількість відділень 4...8, глибина зони відстоювання 3...4 м (рис. 2.1).

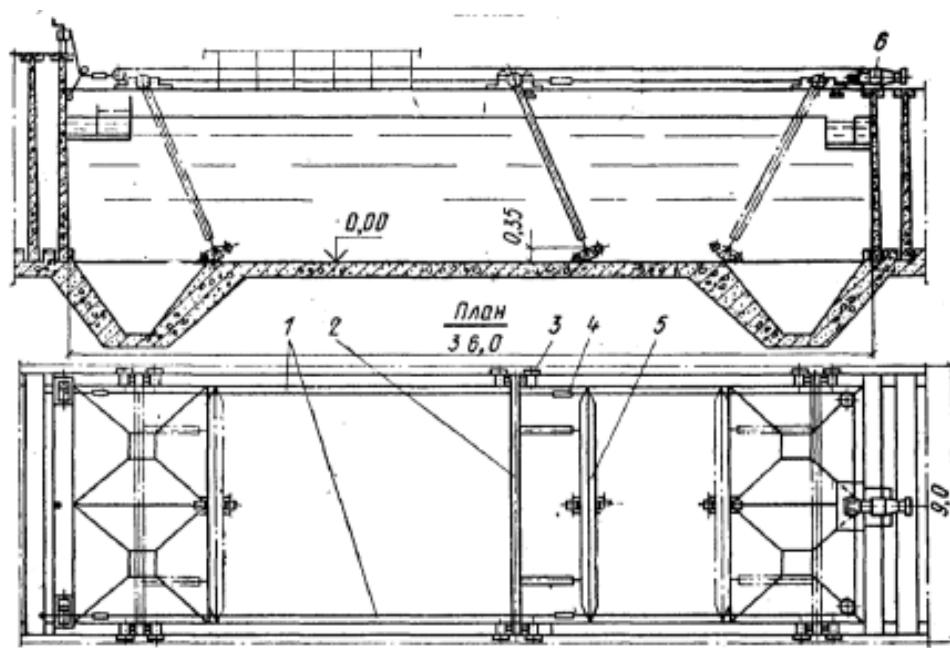


Рисунок 2.1. Горизонтальний первинний відстійник:

1 – канат; 2 – балка; 3 – візок; 4 – динамометр; 5 – шкребок; 6 – електропривід

Середня тривалість відстоювання в таких апаратах становить 1...1,5 год. Технічні характеристики таких відстійників наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики первинних горизонтальних відстійників

Показник	Пропускна здатність очисних споруд, тис. м ³ /добу				
	25	35	50	70	100
Витрати води, м ³ /год	1400	1900	2600	3500	4900
Пропускна здатність з тривалістю відстоювання 1,5 год, м ³ /год	1160	1740	2130	3200	4260
Геометричні розміри відстійників, м:					
• довжина	24	24	30	30	30
• ширина	6	6	9	9	9
Кількість відстійників	4	6	4	6	8
Фактичний об'єм, м ³	1740	2610	3200	4800	6400

1.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Приклад розв'язування типової задачі.

Розрахувати основні параметри горизонтального первинного відстійника механічної очистки виробничих стічних вод із пропускною здатністю 120 м³/год.

Вихідні величини, що необхідно розрахувати як параметри очисних споруд, наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Зведені вихідні параметри очисних споруд, одиниці розмірності їх та величини або формули для їх визначення

Показник	Умовне позначення	Одиниця виміру	Значення
Довжина відстійника	L	м	$L = \frac{vH}{K(u_0 - \omega)}$
Пропускна здатність відстійника	Q_1	м ³ /год	$Q_1 = 3,6KHBv$
Коефіцієнт використання об'єму відстійника	K	безрозмірний	0,5
Робоча глибина відстійної частини	H	м	3
Ширина відстійника	B	м	9
Швидкість потоку	v	мм/с	10
Гідравлічна крупність частинок	u_0	мм/с	$u_0 = \frac{1000HK}{t_1(HK/h_1)^n}$
Коефіцієнт пропорційності	n	безрозмірний	$n = \frac{\lg t_1 - \lg t_2}{\lg h_1 - \lg h_2}$

Примітка: $\omega=0$, коли $v=5$ мм/с; $\omega=0,05$, якщо $v=10$ мм/с

Показник	Умовне позначення	Одиниця виміру	Значення
Висота шару відстоювання в лабораторних умовах	h_1	мм	200
	h_2	мм	1000
Тривалість відстоювання у відповідних шарах, коли досягається необхідний ефект очищення	t_1	с	135
	t_2	с	320
Концентрація завислих частинок у речовинах:			
• до очищення	$C_{зр}^1$	мг/л	120
• після очищення	$C_{зр}^2$	мг/л	45

Послідовність визначення основних параметрів відстійника механічної очистки:

1. Знаходимо коефіцієнт пропорційності, значення якого залежить від агломерування завислих частинок речовин у процесі осадження, таким чином:

$$n = \frac{\lg t_1 - \lg t_2}{\lg h_1 - \lg h_2} = \frac{\lg 135 - \lg 320}{\lg 200 - \lg 1000} = \frac{2,13 - 2,51}{2,3 - 3} = \frac{-0,43}{-0,7} = 0,54.$$

2. Визначаємо гідравлічну крупність частинок, а саме:

$$u_0 = \frac{1000NK}{t_1(NK/h_1)^n} = \frac{1000 \cdot 3 \cdot 5}{135 \cdot (3 \cdot 5/0,2)^{0,54}} = \frac{1500}{135 \cdot 2,968} = \frac{1500}{400,74} = 3,74 \text{ мм/с.}$$

3. Обчислюємо пропускну здатність відстійника, тобто

$$Q_1 = 3,6KNBv = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 9 \cdot 10 = 486 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Як бачимо, цей параметр відповідає проектним і фактичним показникам припливу стічних вод.

3. Розраховуємо довжину горизонтального відстійника таким чином:

$$L = \frac{vH}{K(u_0 - \omega)} = \frac{10 \cdot 3}{0,5 \cdot (3,74 - 0,05)} = \frac{30}{0,5 \cdot 3,69} = 16,26 \text{ м.}$$

Порівнюючи отримане значення з фактичними витратами стічних вод, робимо висновок, що наявного відстійника буде достатньо для первинного механічного очищення стічних вод.

4. Ефективність механічного очищення в первинних горизонтальних відстійниках розраховуємо як різницю значень концентрації завислих речовин у стічній воді до і після очисних споруд, а саме:

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} = \frac{120 - 45}{120} = 0,63.$$

Висновок. Ефективність очищення промислової стічної води становить 63 %.

КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Ознайомитися з методикою розрахунку основних параметрів горизонтальних відстійників на його типовій моделі.

Засвоїти порядок розрахунку основних параметрів горизонтального відстійника для очищення води від механічних домішок.

Розрахувати необхідну кількість проточних відстійників з довжиною L , м для очищення стічної води підприємства від механічних домішок із пропускною здатністю Q , м³/год. Ширина відстійника B м, а робоча глибина відстійної частини дорівнює $H=3$ м. Коефіцієнт використання об'єму відстійника становить 0,5. Концентрація завислих частинок у речовинах до очищення $C_{зр}^1$, а після – $C_{зр}^2$ мг/л. Висота шару відстоювання в лабораторних умовах дорівнювала h_1 та h_2 мм, при цьому тривалість відстоювання у відповідних шарах становила t_1 та t_2 с. Величину зменшення гідравлічної швидкості ω прийняти рівною 0,05 м/с.

Початкові дані для розрахунку наведені у таблиці 2.3 згідно варіантів, який визначається останньою цифрою номера індивідуального навчального плану.

Таблиця 2.3 – Варіанти

Значення змінних	Номера варіантів (остання цифра номера залікової книжки)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q , м ³ /год	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
B , м	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5
h_1 , мм	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
h_2 , мм	640	680	720	760	800	1000	1100	1150	1200	1250
t_1 , с	110	120	130	140	150	160	180	190	200	210
t_2 , с	340	360	380	400	420	440	480	520	560	600
C_1 , мг/л	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
C_2 , мг/л	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80

Питання для самоконтролю

1. Які вихідні дані необхідні для розрахунку параметрів горизонтальних відстійників на основі математичної моделі ефективності очищення води?
2. Як впливає гідравлічна крупність частинок на швидкість відстоювання та ефективність очищення стічних вод?
3. Які типові розміри горизонтальних відстійників, що використовуються в очисних системах, зокрема їх довжина, ширина, кількість відділень та глибина зони відстоювання?

4. Яка середня тривалість відстоювання води в горизонтальних відстійниках і як вона впливає на ефективність очищення?

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90–100	відмінно
74–89	добре
60–73	задовільно
0–59	незадовільно

Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів складатиме не менше як 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Практична частина		Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні	
60	40	30	100

Практичні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи. Оцінювання практичних робіт здійснюється шляхом розрахунку середнього арифметичного балу за складеними практичними роботами.

Критерії оцінювання практичної роботи

За кожен практичну роботу здобувач вищої освіти може отримати наступну кількість балів:

40 балів: виявлено підвищений рівень засвоєння обсягу знань і набуття вмінь; якісно, ретельно, самостійно та в повному обсязі виконано завдання. Матеріал викладено в логічній послідовності, без мовних помилок, а власні висновки студента відповідають темі практичного завдання.

30 балів: показано оволодіння достатнім обсягом знань і вмінь під час виконання завдання; продемонстровано самостійність в отриманні розрахунково-аналітичних даних, але з незначними неточностями; точність і чіткість мови, а власні висновки студента відповідають темі практичного завдання.

20 балів: недостатньо показано оволодіння обсягом знань і вмінь під час виконання завдання; продемонстровано не самостійність в отриманні розрахунково-аналітичних даних, зміст роботи викладений не завжди у логічній послідовності, в роботі зафіксовані не значні помилки, а власні висновки студента не завжди відповідають темі практичного завдання.

10 балів: виявлено змістові й лексичні помилки, зміст роботи викладено не чітко й нелогічно, але продемонстровані знання й уміння в межах навчальної програми.

0 балів: наведено неправильну відповідь, до якої не надано жодних пояснень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базові

1. Важинський С.Е., Щербак Т.І. Методика та організація наукових досліджень : Навч. посіб. / С. Е. Важинський, Т І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2016. – 260 с. ISBN 978-966-698-223-3
2. Боголюбов В.М. Стратегія сталого розвитку: Підручник / [В.М.Боголюбов, М.О. Клименко, Мельник Л.Г., О.О. Ракоїд]. За редакцією професора В.М.Боголюбова і. – К.: ВЦ НУБІПУ, 2018. – 446 с.
3. Сардак С. Е. Основи наукових досліджень : навч. посібник / С. Е. Сардак. – Д. : ДГУ, 2018. – 103 с.
4. Методологія наукових досліджень : підручник / О.М. Г. Данильян, О.П. Дзьобань. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – Харків : Право, 2023. – 488 с. та/або Рекультивация і охорона земель. Практикум : навч. посіб. / Н. В. Ворошилова, Л. В. Доценко, В. В. Кацевич. – Херсон : Олді+, 2022. – 164 с.
5. Войтків П. Збалансоване природокористування : навчально-методичний посібник / П. Войтків, Є. Іванов. – Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2021. – 182 с.
6. Екологічні основи збалансованого природокористування в агросфері : навч. посібн. / за ред. проф. С. П. Сонька, Н. В. Максименко. Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015 . 572 с.
7. Кирильчук А., Наконечний Ю. Методологія та організація досліджень в науках про Землю: Навчальний посібник / Кирильчук А., Наконечний Ю. – Львів: ЛНУ Імені Івана Франка, 2021. – 496 с.
8. Екологія та раціональне природокористування: освіта, наука і практика [Електронний ресурс]: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, Ломжа-Житомир, 15.11.2023 / За наук. ред.: Зоя Шарлович, Януш Лісовські, Руслана Романюк. Частина 2. Видавець: MANS w Łomży, 2023. – 286 с.

Допоміжні

1. Dreshpak O., Berezniak O., Berezniak O., Chechel P. (2023) The latest technologies for reuse of sludge of metallurgical enterprises in Ukraine. *International scientific-technical conference MININGMETALTECH 2023 - The mining and metal sector: integration of business, technology and education*. Vol. 2. - pp. 185- 188. – <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-140>
2. Dreshpak O., Berezniak O., Berezniak O. (2023) Wet high gradient magnetic separation of kaolin clay. *6th International Scientific and Technical Internet Conference "Innovative development of resource-saving technologies and sustainable*

use of natural resources". Book of Abstracts. - Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing. - pp. 157-159

3. Hlukhoveria M., Mladetskyi I., Levchenko K. & Borysovska O. (2023) Improving the technology of extracting coal concentrate from fly ash from thermal power plants. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 4, 33–39. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-4/033>

4. Berezniak, O. & Berezniak, O. (2022). Classification of demagnetized magnetite in an upward laminar flow. *Scientific Collection «InterConf+»*, 25(125), 168-176. - <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.09.2022.016>

5. Сотник І.М. Економічні основи ресурсозбереження. Навчальний посібник для ВНЗ (рек. МОН України). - К.: Університетська книга, 2017. - 284 с. - ISBN: 978-966-680-664-5

6. Амоша О.І., Нікіфорова В.А. Розвиток металургійної смарт промисловості в Україні: передумови, проблеми, особливості, наслідки: науково-аналітична доповідь; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2019. 67 с.

7. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 21 квітня 2023 року № 373-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#n6> (дата звернення: 21.08.2024)

8. Інші джерела Internet

Начальне видання

КОЛЕСНИК Валерій Євгенійович
БЕРЕЗНЯК Олександр Олександрович
БОРИСОВСЬКА Олена Олександрівна

НАУКОВІ ОСНОВИ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт
для здобувачів ступеня магістра освітньо-наукової програми вищої освіти
«Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі»
зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища

Видано в авторській редакції

Електронний ресурс
Підписано до видання 12.11.2024. Авт. арк. 1,6.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19