

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра водопостачання та водовідведення

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

водопостачання та водовідведення

Віктор ХОРУЖИЙ

«__» _____ 20__ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
на здобуття освітнього ступеня бакалавр**

на тему: Низьконапірний гідротехнічний водозабірний вузол
(назва)

Виконав: Ільків Руслан Русланович
(ПІБ повністю)

Спеціальність: 194 – Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології
Освітня програма: Водогосподарське будівництво і
управління водними ресурсами та системами

Групи: ГБ-41

Керівник: Величко С.В
(прізвище та ініціали)

Доцент, к.т.н.
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую _____

м. Київ – 2023 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем та екології

Випускова кафедра: водопостачання та водовідведення

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології

Освітня програма: Водогосподарське будівництво і управління водними ресурсами та системами

ЗАТВЕРДЖУЮ

декан факультету Олександр ПРИЙМАК

“ _____ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ бакалавр

(бакалавра, магістра)

_____ Ільків Руслан Русланович _____

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи: Низьконапірний гідротехнічний водозабірний вузол

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від “ ____ ” _____ 2023 року

2. Керівник роботи: Величко С.В., к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____

Вихідні данні для розрахунків: підпірна споруда з бетонним фронтальним водозливом та ґрунтовими глухими частинами, ґрунт для тіла греблі – пісок дрібний, протифільтраційний пристрій ядро. Відмітка НПР= 124,50 м; рівень мертвого об'єму водосховища РМО =121,00 м, розрахункова паводкова витрата водоскиду $Q_{0,5\%}=304,0 \text{ м}^3/\text{с}$; водозабірна витрата $4 \text{ м}^3/\text{с}$, в тому числі на водопостачання міста $0,14 \text{ м}^3/\text{с}$.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р.1. Ґрунтова гребля:

1.1. Природні умови: кліматичні, гідрологічні та геологічні умови району будівництва підпірної споруди.

1.2. Земляна частина підпірного гідровузла, визначення висоти греблі, фільтраційний розрахунок, розрахунок стійкості низового укосу.

Р.2. Водоскид фронтальний автоматичної дії, гідравлічний розрахунок водоскиду, споруд гасіння енергії, статичний розрахунок

- Р.3. Водозабірний вузол низьконапірного гідровузла
 Р.4. Зовнішні мережі водопостачання
 Р.5. Технологія виробництва: технології робіт з влаштування насипу земляної частини низьконапірного гідровузла.
 5. Графічний матеріал за розділами
 Р.1. Генеральний план споруд
 Р.2. Фронтальний водозлив низьконапірного підпірного гідровузла
 Р.3. Водозабірний вузол
 Р.4. Зовнішні мережі водопостачання міста
 Р.5. Технологія робіт з влаштування насипу греблі підпірної споруди

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1	
Розділ 2	
Розділ 3	
Розділ 4	
Розділ 5	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи для перевірки на плагіат	
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	
Направлення роботи на рецензування	

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	ПІБ та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1	Величко С.В, доц		
Розділ 2	Величко С.В, доц		
Розділ 3	Величко С.В, доц		
Розділ 4	Величко С.В, доц		
Розділ 5	Уманець І.М., доц		

9. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____
 (підпис)

Віктор ХОРУЖИЙ
 (власне ім'я та прізвище)

Керівник _____
 (підпис)

Світлана ВЕЛИЧКО
 (власне ім'я та прізвище)

Здобувач _____
 (підпис)

Руслан ІЛЬКІВ
 (власне ім'я та прізвище)

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	(ПІБ здобувача українською та англійською) Ільків Руслан Русланович Ilkiv Ruslan Ruslanovych		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Низьконапірний гідротехнічний водозабірний вузол. Low head dam with water intake structure		
Освітній ступінь	бакалавр		
Факультет	Інженерних систем та екології		
Випускова кафедра	Водопостачання та водовідведення		
Спеціальність	194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології		
Освітня програма	Водогосподарське будівництво і управління водними ресурсами та системами		
Керівник	Величко Світлана Віталіївна		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату A1
	107	5	5
Розділ 1	Описані природні умови, наведені розрахунки ґрунтової глухої частини греблі: розрахунок відмітки гребня, поперечний профіль, фільтраційний розрахунок та розрахунок стійкості низового укосу		
Розділ 2	Виконані розрахунки водоскидної споруди – фронтальний водоскид автоматичної дії: гідравлічні, спряження б'єфів, статичні розрахунки		
Розділ 3	Запроектована водозабірна споруда для водопостачання населеного пункту та інших потреб: пригребельний боковий водозабір. Виконані гідравлічні розрахунки, визначені параметри водозабору, запроектовані споруди відведення наносів: нанозатримуючі галереї та промивні отвори для промивки водосховища від наносів, пропуску плаваючих предметів та екологічних попусків		
Розділ 4	Розрахована система зовнішнього водопостачання міста: підібрані діаметри та матеріал труб, виконані розрахунки ув'язки кілець для двох режимів		
Розділ 5.	Розроблена технологія будівництва глухої земляної греблі, підібрані необхідні машини та механізми, розроблений графік виконання робіт		
Висновки по роботі:	- Запроектовано систему водопостачання міста, яка складається з низьконапірного водозабірної вузла, пригребельного бокового водозабору, напірних водоводів, очисних споруд з насосною станцією II підйому та кільцевої розподільчої мережі міста. - Низьконапірний водозабірний вузол з напором 4,5м складається з ґрунтової глухої частини греблі, паводкового водоскиду,		

	промивних отворів та бокового водозабору з наносозатримуючими галереями. 3. В роботі визначено положення кривої фільтрації для основного розрахункового випадку та виконані розрахунки стійкості низового укосу ґрунтової частини греблі, коефіцієнт стійкості $k_s = 2,1$. 4. Розрахована довжина фронтального паводкового водоскиду без затворів, враховуючи роботу промивних отворів на повне відкриття під час проходження паводку. Виконані фільтраційні та статичні розрахунки паводкового водоскиду. Гасіння енергії потоку в нижньому б'єфі здійснюється за допомогою суцільної водобійної стінки висотою 0,7м. 5. Забір води на потреби водопостачання та інші водогосподарські потреби. Були розраховані необхідні параметри водозабірної споруди, для зменшення потрапляння наносів в водоприймальні вікна на рівні понуру запроектовані наносозатримуючі галереї, накопичені наноси періодично під час паводку змиваються через промивні отвори в нижній б'єф. 6. Запроектована кільцева розподільча система водопостачання міста, проведені необхідні розрахунки для встановлення діаметрів труб та визначення необхідного напору насосної станції II підйому. 7. Виконані технологічні розрахунки та розроблена технологічна карта на будівництво ґрунтової частини греблі, пораховано об'єми земляних робіт та будівельних матеріалів, визначені необхідні машини та механізми.
Ключові слова: Keywords:	Низьконапірна дамба, водозлив практичного профілю, водозабір, система водопостачання Low head dam, ogee spillway, water intake, water supply system

Здобувач

(підпис)

Руслан ІЛЬКІВ

(власне ім'я та прізвище)

Керівник

(підпис)

Світлана ВЕЛИЧКО

(власне ім'я та прізвище)

“ __ ” _____ 20__ р.

Зміст

Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1:	10
ГРУНТОВА ГРЕБЛЯ	10
1.1 Природні умови: кліматичні, гідрологічні та геологічні умови району будівництва підпірної споруди.....	11
1.2 Земляна частина підпірного гідровузла.	13
1.2.1. Визначення параметрів греблі. (відмітка гребня греблі.)	13
1.2.2 Фільтраційні розрахунки.	16
1.2.3 Розрахунок стійкості укосу.	18
РОЗДІЛ 2:	26
ВОДОСКИД ФРОНТАЛЬНИЙ АВТОМАТИЧНОЇ ДІЇ	26
2.1.Гідравлічний розрахунок водозливної греблі.....	27
2.2. Побудова профілю.....	28
2.3 Суцільна водобійна стінка.	29
2.4. Визначення розмірів горизонтального кріплення дна в нижньому б'єфі.	32
2.5. Розрахунок ями розмиву	33
2.6. Визначення товщини водобійної плити	36
2.7. Елементи підземного контуру	37
2.8. Визначення числових значень коефіцієнтів опору.	38
2.9. Розрахунок фільтраційної міцності	41
2.10. Визначення навантажень, що діють на греблю.....	43
2.10.1. Власна вага споруди.....	43
2.10.2. Гідростатичний тиск води.....	44
2.10.3. Тиск вітрових хвиль	45
2.10.4. Тиск наносів.....	46
2.10.5. Сили тиску ґрунту.....	46
2.11. Розрахунок стійкості греблі	48
РОЗДІЛ 3:	50
ВОДОЗАБІРНИЙ ВУЗОЛ	50
3.1. Гідравлічні розрахунки водозабірної споруди.....	51
3.2. Розрахунок споруд гасіння енергії.....	53
3.3. Розрахунок регулювання русла.....	54
3.4. Розрахунок розмірів отворів для наносозатримуючих галерей	55
3.5. Розрахунок промивних отворів	56
3.6. Розрахунки спряження б'єфів після промивних отворів	58
3.7. Розрахуємо довжину рисберми.....	59
3.8. Понур.....	59

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							6
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3.9. Статичний розрахунок водозабірної споруди.....	60
3.9.1. Перевірка стійкості споруди на спливання.....	60
3.9.2. Перевірка споруди на зсув.....	61
РОЗДІЛ 4:	63
ЗОВНІШНІ МЕРЕЖІ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА	63
4.1.Визначення розрахункових витрат води.....	64
4.1.1. Витрати води для населення	64
4.1.2. Витрати води на підприємствах	65
4.1.3. Витрати води на полив	66
4.1.4. Витрати на пожежогасіння	66
4.1.5. Баланс добового водоспоживання міста	66
4.2. Визначення погодинних витрат води	67
4.3. Розробка схеми водопровідної мережі	70
4.4. Визначення місткості регулюючої споруди	70
4.5. Визначення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж на та секундних витрат води.....	71
4.6. Визначення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж на та секундних витрат води.....	72
4.7. Попередній розподіл витрат води по ділянкам мережі	74
4.8. Визначення втрат напору в трубах та ув'язка кілець.	74
4.9. Визначення вільних напорів та п'єзометричних відміток у вузлах водопровідної мережі.	82
РОЗДІЛ 5:	85
ТЕХНОЛОГІЯ РОБІТ З УЛАШТУВАННЯ НАСИПУ ГРЕБЛІ ПІДПІРНОЇ СПОРУДИ	85
5.1. Характеристика об'єму та умов виконання робіт	86
5.2. Визначення об'єму земляних робіт.	87
5.3. Підбір методів виконання робіт	89
5.4. Техніко-економічне обґрунтування.....	93
5.5 Складання калькуляції трудових витрат.	94
5.6. Технологічні розрахунки.....	96
5.7. Графік виконання робіт	99
5.8. Визначення техніко-економічних показників.	102
5.9. Визначення потреби в матеріально-технічних ресурсах.....	102
5.10. Операційний контроль якості робіт	103
5.11.Заходи щодо охорони праці на будівництві	105
Висновки	106
Список літератури	107

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							7
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Вступ

За умовою завдання запроектовано низьконапірний гідротехнічний водозабірний вузол у складі: боковий водозабір, ґрунтова гребля з фронтальним водоскидом практичного профілю автоматичний та промивними отворами для пропуску екологічної витрати та наносів під час проходження паводку. Клас відповідальності споруди СС2 (середній). Частина водозабірної витрати використовується для цілей водопостачання. Насосною станцією I підйому, розташованою в нижньому б'єфі гідровузла, вода подається на очисні споруди водопідготовки і насосною станцією II підйому подається в розподільчу мережу водопостачання міста.

Ґрунтова гребля має висоту 6,37м, складена з місцевих матеріалів з протифільтраційним пристроєм ядром та дренажним банкетом. Паводкова витрати скидається через бетонний фронтальний водоскид автоматичної дії, витрата водоскиду $210 \text{ м}^3/\text{с}$. $90 \text{ м}^3/\text{с}$ під час паводку скидається через повністю відкриті промивні отвори.

Для ґрунтової частини греблі були проведені основні розрахунки щодо проектування земляної частини греблі: фільтраційні, стійкість низового укосу.

Для бетонної частини греблі, було проведено розрахунки щодо водозливного фронту, визначено кількість та ширину пропускних отворів. Побудовано профіль водозливу, виконано розрахунки спряження б'єфів: розраховано розміри ями розмиву, товщину водобійної стінки та кріплення дна в нижньому б'єфі. Визначено навантаження та дію сил на споруду та перевірена статична стійкість водоскиду та міцність основи.

Було запроектовано боковий водозабір для пропуску витрати в $4 \text{ м}^3/\text{с}$, з яких $0,14 \text{ м}^3/\text{с}$ буде йти на водопостачання міста. Розраховані розміри самої споруди та її елементів. Було здійснено гідравлічні та статичні розрахунки.

Для водопостачання міста з кількістю жителів 18000 осіб, з подальшою перспективою розвитку, була розроблена 4-х кільцева система водопостачання. Розраховано необхідні діаметри труб, підібраний матеріал труб. Прораховано втрати напору в мережі, та проведено гідравлічну ув'язку кілець на два режими:

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист 8
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

максимально-годинне водоспоживанні та максимально-годинне водоспоживання + пожежогасіння.

Технологія будівництва була розроблена для ґрунтової частини напірного гідровузла. Визначено об'єми робіт та кількість машин для їх виконання. Розраховано додаткові матеріали та підібрані робочі інструменти. Побудовано графік виконання робіт та визначена тривалість зведення ґрунтової частини греблі.

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							9
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1:
ГРУНТОВА ГРЕБЛЯ

Консультант

/Величко С.В./

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		10

1.1 Природні умови: кліматичні, гідрологічні та геологічні умови району будівництва підпірної споруди.

Кліматичні умови району розташовані в межах атлантико-континентальної області помірно-континентального типу клімату помірного кліматичного поясу.

Сумарна сонячна радіація досягає 4190 МДж/м². Більшість тепла земна поверхня отримує навесні та влітку (до 87 %). Атмосферна циркуляція проявляється в переміщенні повітряних мас, циклонів, антициклонів що сприяє перерозподілу тепла і вологи. Значний вплив циркуляції відбувається взимку.

Повітряні маси що заходять з району Атлантики, підвищують вологість повітря що сприяє випадіюю більшої кількості опадів, пом'якшуючи морози і зменшуючи температуру у літній період. Повітряні маси, що надходять з районів Євразії надають клімату невеликої сухості.

Температура найтеплішого місяця липня становить від 18-18,5°C, в червні і липні на один градус нижче. Найхолодніший період взимку триває приблизно близько двох місяці починаючи із середини грудня, тоді температура становить від -4,5 до -5,5°C. Середня температура в області змінюється від (6,6-6,8°C).

Середня багаторічна кількість опадів становить 550-600мм. Бездощовий період в цьому регіоні може тривати від 40-50 днів, а великі посухи бувають раз у 10-20 років. Середня тривалість бездощових дні становить від 3-4. Випаровуваність в регіоні 525-550 мм. Вітровий режим тісно пов'язаний із циркуляцією повітря. Так розрахункова швидкість вітру 4% становить 10 м/с, а 30% відповідно 8 м/с, швидкість розгону вітрової хвилі 1,1 км.

Гідрологічна характеристика

Районом проектування гідротехнічного водозабірною вузла є річка Горинь, яка являється однією із приток р. Прип'ять. Початок річка бере неподалік села Волиця Тернопільської області. Протікає в трьох регіонах України (Тернопільському, Хмельницькому та Рівенському) та одному регіону Білорусі (Берестейському). Довжина річки складає 659 км. з яких 577 на території України.

Площа що являє собою водозбірний басейн річки досягає 27700 км². Велика кількість територій річкового басейну є розораними, 18 % басейну Горині

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист 11
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

займають лісові насадження, а 6 % займають очеретяні та осокові болота. Глибина річки в різних її частинах становить від 0,3 м. до 11м. Швидкість течії варіюється 0,2-1,3 м/с.

Русло річки Горинь у верхній частині течії є помірно звивисте а у середній і нижній сильно звивисте. Русло біля берегів незначно заростає очерето, осокою та різними водоростями смугою від 3 до 5 м. Дно річки в більшій її частині є піщаним. Висота берегів варіюється від 1-6 м. та є крутими і обривистими.

В районі проєктування дно річки знаходиться на відмітці 120,00 м., яке і буде відміткою дня водосховища. Максимальний рівень води в нижньому б'єфі (РВНБ_{0,5%}) буде знаходитись на відмітці 121,38 м, побутовий рівень води в нижньому б'єфі (РВНБ_{побут}) буде на відмітці 120,50 м. Рівень води під час паводку підвищується на 0,8-4,6 м., що дозволить підтримувати нормальний підпірний рівень (НПР) води у водосховищі на відмітці 124,50 м. та форсований підпірний рівень (ФПР) на відмітці 125,50 м. Рівень мертвого об'єму (РМО) у водосховищі повинен знаходитись на відмітці 121,00 м.

Геологічні та гідрогеологічні умови

На півночі Рівненської області розташована Поліська низовина, на півдні – Волинська височина. У крайній південній частині захоплюється Подільська височина. Інженерно-геологічні умови Рівненській області складні. Найбільш древніми утвореннями є протерозойські кристалічні сланці, гнейси, граніти, ультраосновні породи, мармури, кварцити. На півночі області вони залягають близько до поверхні, мають дрібно - і грубозернисту структуру. На північному заході розвинені породи поліської серії, представлені теригенними пісками, пісковиками, аргиллітами, алевролітами. В основі розрізу ці породи утворюють флішеву серію. Такі шари проривають інтрузивні дайки основного складу. На сході і на півночі області поширені пісковики з уламками гальки, валунів, еффузивними породами, гравелітами, конгломератами, алевролітами і аргилітами. Потужності різних досягають до п'ятдесяти метрів.

Вздовж річки переважну більшість ґрунтів займають флювіогляціальні відклади, що являють собою продукти діяльності талих вод, які займають великий відсоток

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							12
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

живлення річки. До них належать: галька, гравій, пісок, суглинки та глини. Тому будівництво земляної частини буде відбуватися за допомогою місцевих матеріалів з такими характеристиками (табл. 1), що дозволить значно скороти економічні витрати.

Табл. 1							
	Вид ґрунту	ρ_s , т/м ³	ρ , т/м ³	n ,	φ°	c (насичений водою), КПа	Коефіцієнт фільтрації k , м/с
1	Пісок дрібний щільний (тіло греблі)	2,67	1,8	0,33	23	0,4(0,4)	$5 \cdot 10^{-5}$
2	Суглинок (ядро)	2,71	1,95	0,46	28	15(12)	$3 \cdot 10^{-8}$
3	Дренажна призма	2,75	2,0	0,22	30	1(1)	$1 \cdot 10^{-3}$
	Основа	2,71	1,80	39	20	5	10^{-5}

1.2 Земляна частина підпірного гідровузла.

1.2.1. Визначення параметрів греблі. (відмітка гребня греблі.)

Відмітку перевищення гребеня греблі розраховують за двома випадками:

- При НПР, який визначено для пропуску максимальної паводкової витрати, що є основним поєднання різних навантажень та впливів на споруду.
- При ФПР, для пропуску того ж паводку за особливого поєднання навантажень та впливів.

Розрахунок висоти греблі за першим та другим випадком відбувається відповідно до залежності:

$$h_s = \Delta h_{set} + h_{run1\%} + \alpha; \quad (1.1)$$

де $h_{run1\%}$ – величина висоти хвилі з 1% забезпеченістю;

$\alpha = 0,5$ м – запас греблі по висоті;

Δh_{set} – величина вітрового нагону, що знаходиться у верхньому б'єфі.

Визначення відмітки греблі за НПР (випадок 1):

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							13
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$h_{\text{гр}} = \downarrow \text{НПР} + h_{s1} = \downarrow \text{НПР} + \Delta h_{\text{set}} + h_{\text{run}1\%} + \alpha ; \quad (1.2)$$

$h_{\text{гр}}$ – величина відмітки греблі;

Знаходимо величини безрозмірних параметрів:

$$\frac{gt}{W} = \frac{9,81 \cdot 21600}{10} = 21189,6 ; \quad (1.3)$$

$$\frac{gL}{W^2} = \frac{9,81 \cdot 1100}{10^2} = 107,91 ; \quad (1.4)$$

За верхньою обвідною кривою графіка елементів вітрових хвиль підбираємо відповідні розрахованим параметрам значення:

$$\frac{gh_{\text{сер}}}{V^2} = 0,1; \frac{gT_{\text{сер}}}{V} = 4,61; - \text{від } \frac{gt}{W} ; \quad (1.5)$$

$$\frac{gh_{\text{сер}}}{V^2} = 0,019; \frac{gT_{\text{сер}}}{V} = 1,65; - \text{від } \frac{gL}{W^2} ; \quad (1.6)$$

Обираємо із цих параметрів найменші значення та розраховуємо середні величини елементи хвилі 1% забезпеченості, а саме висоту та період:

$$\frac{gh_{\text{сер}}}{V^2} = 0,019; \frac{gT_{\text{сер}}}{V} = 1,65; \quad (1.7)$$

$$h_{\text{сер}} = \frac{0,019 \cdot W^2}{g} = \frac{0,019 \cdot 10^2}{9,81} = 0,194 \text{ м.} \quad (1.8)$$

$$t_{\text{сер}} = \frac{1,65 \cdot W}{g} = \frac{1,65 \cdot 10}{9,81} = 1,68 ; \quad (1.9)$$

Знаходимо висоту хвилі 1% забезпеченості за формулою:

$$h_{1\%} = h_{\text{сер}} \cdot K_{1\%}; \quad (1.10)$$

$$h_{1\%} = 0,194 \cdot 2,1 = 0,4074 \text{ м.} \approx 0,41 \text{ м.} \quad K_{1\%} = 2,1;$$

Величину середньої довжини хвилі розраховуємо за формулою:

$$\lambda_{\text{сер}} = \frac{g \cdot t_{\text{сер}}^2}{2 \cdot \pi} = \frac{9,81 \cdot 1,68^2}{2 \cdot 3,14} = 4,4 ; \quad (1.11)$$

Розрахунок нахату здійснюється враховуючи коефіцієнти зазначені в формулі:

$$h_{\text{run}1\%} = K_r \cdot K_p \cdot K_{sp} \cdot K_{sp} \cdot K_{\text{run}} \cdot h_{1\%} ; \quad (1.12)$$

При кріпленні відкосу бетонними плитами $K_r = 1$; $K_p = 0,9$;

де K_r – коефіцієнт шорсткості матеріалу, а K_p – коеф. Проникності, які знаходять за табл. 6 (СНиП 2.06.04-82);

Закладання верхнього укусу за ґрунтом (2,75), закладання нижнього укусу (2,5);

$K_{sp} = 1,1$ – коефіцієнт, який залежить від величини закладання укусу;

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							14
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$ctg\varphi = 2,75$ – котангенс кута нахилу самого укусу.

Обидва коефіцієнти приймаються за табл. 7 (СНиП 2.06.04-82).

$K_{run} = 1,4$ – за табл. 10 (СНиП 2.06.04-82)., який залежить від $ctg\varphi$ та пологості самої хвилі:

$$\frac{\lambda_{сер}}{h_{1\%}} = \frac{4,41}{0,41} = 10,8; \quad (1.13)$$

Величина нахату: $h_{run1\%} = 1 * 0,9 * 1,1 * 1,4 * 0,41 = 0,568$ м.

Визначаємо висотку нагону за формулою:

$$\Delta h = K_W \frac{W^2 D}{gH} \cos\alpha = K_W \frac{W^2 L}{gH} \cos\alpha; \quad (1.14)$$

При чотирьох відсотковій швидкості вітру $V_{4\%} = 10 \frac{м}{с} \rightarrow K_W = 2,1 * 10^{-6};$

$$\Delta h = 2,1 * 10^{-6} \frac{10^2 * 1100}{9,81 * 4,5} \cos(0^\circ) = 0,005; \quad (1.15)$$

Різниця висот між нормальним підпертим рівнем та дном:

$$H_1 = \text{НПР} - \text{дно} = 124,5 - 120,0 = 4,5 \text{ м.} \quad (1.16)$$

Висота греблі за НПР:

$$h_s = 0,005 + 0,5 + 0,41 + H_1 = 0,915 + H_1 = 0,915 + 4,5 = 5,415 \text{ м.}$$

Визначення відмітки греблі за ФПР (випадок 2):

Визначення розрахункових параметрів за безрозмірними параметрами:

$$\frac{gt}{W} = \frac{9,81 * 21600}{8} = 26487;$$

$$\frac{gL}{W^2} = \frac{9,81 * 1100}{8^2} = 168,91;$$

$$\frac{gh_{сер}}{V^2} = 0,105; \frac{gT_{сер}}{V} = 4,8; - \text{від } \frac{gt}{W};$$

$$\frac{gh_{сер}}{V^2} = 0,022; \frac{gT_{сер}}{V} = 1,7; - \text{від } \frac{gL}{W^2};$$

Із обох підібраних варіантів приймаємо ті у яких менші значення:

$$\frac{gh_{сер}}{V^2} = 0,022; \frac{gT_{сер}}{V} = 1,7;$$

Середня довжина та періодичність хвилі за випадком 2 (ФПР):

$$h_{сер} = \frac{0,022 * W^2}{g} = \frac{0,022 * 8^2}{9,81} = 0,14 \text{ м.}$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							15
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{сер}} = \frac{1,7 * W}{g} = \frac{1,7 * 8}{9,81} = 1,39 ;$$

Розрахунок хвилі 1% забезпеченості:

$$h_{1\%} = h_{\text{сер}} * K_{1\%} = 0,14 * 2,1 = 0,294 \text{ м. } K_{1\%} = 2,1;$$

Визначаємо середню довжину хвилі:

$$\lambda_{\text{сер}} = \frac{g * t_{\text{сер}}^2}{2 * \pi} = \frac{9,81 * 1,39^2}{2 * 3,14} = 3,02 \text{ м;}$$

Розрахунок нахату:

$$h_{\text{run}1\%} = K_r * K_p * K_{sp} * K_{sp} * K_{\text{run}} * h_{1\%} ;$$

Розрахункові коефіцієнти приймаються такі ж самі, як для випадку №1:

$$h_{\text{run}1\%} = 1 * 0,9 * 1,1 * 1,4 * 0,294 = 0,37 \text{ м.}$$

Нагон:

$$\Delta h = K_W \frac{W^2 D}{g H} \cos \alpha = K_W \frac{W^2 L}{g H} \cos \alpha ;$$

При тридцяти відсотковій швидкості відтру $V_{30\%} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \rightarrow K_W = 2,1 * 10^{-6} ;$

$$\Delta h = 2,1 * 10^{-6} \frac{8^2 * 1100}{9,81 * 5,5} \cos(0^\circ) = 0,003 ;$$

$$H_2 = \text{ФПР} - \text{дно} = 125,5 - 120,0 = 5,5 \text{ м.}$$

Висота греблі за ФПР:

$$h_{\text{греб.}} = \Delta h_{\text{сет}} + h_{\text{run}1\%} + a + H_2 ;$$

$$h_s = 0,003 + 0,5 + 0,37 + 5,5 = 6,373 \text{ м.}$$

Виконуємо порівняння висоти греблі обох варіантів та приймаємо більшу величину: $B-2 > B-1$; $6,373 > 5,415$. Отже обираємо $B-2 = 6,373 \text{ м.}$

1.2.2 Фільтраційні розрахунки.

Фільтрація є одним із важливих аспектів, які враховуються при будівництві ґрунтових гребель. Велика кількість аварій відбувається внаслідок цих процесів тому для запобігання збільшення їхнього впливу на греблю здійснюються фільтраційні розрахунки.

При проектуванні земляної частини гідровузла, було прийнято рішення щодо використання конструкції тіла греблі із фільтраційним ядром та дренажним

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							16
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							17
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$\Delta L_{\text{я}} = \frac{k_{\text{гр}}}{k_{\text{я}}} * b_{\text{ср}} = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{3 \cdot 10^{-8}} * 4 = 6666,6; \quad (1.22)$$

$b_{\text{ср}} = \frac{2+6}{2} = 4\text{м.}$ – середня товщина ядра греблі;

$k_{\text{я}}$ – фільтраційний коефіцієнт в залежності від матеріалу ядра (суглинок);

$$\Delta L_H = \frac{m_{\text{пр}} * H_2}{3} = \frac{1,5 * 0,5}{3} = 0,25 \text{ м.} \quad (1.23)$$

$$H_2 = \text{РВНБ}_{\text{побут.}} - \text{ДНО} = 120,5 - 120 = 0,5; \quad (1.24)$$

$m_{\text{пр}} = 1,5$ – закладання внутрішнього укусу дренажної призми;

Підставляємо всі значення в розрахункові залежності:

$$\Delta L_p = 1,89 + 20,37 + 6666,6 + 0,25 = 6689,11. \quad (1.25)$$

$$\frac{q}{k_{\text{гр}}} = \frac{H_1^2 - H_2^2}{2 * L_p} = \frac{4,5^2 - 0,5^2}{2 * 6689,11} = 0,00149 \approx 0,0015; \quad (1.26)$$

Ординату початку кривої депресії після виходу з ядра визначаємо задаючи значення (х):

$$h_x = \sqrt{2 * \frac{q}{K} * (L - x + \Delta L_H) + (H_2 + H_0)^2}; \quad (1.27)$$

$$H_0 = f(m'_1) * \frac{q}{K} - H_2 = 0,96 * 0,0015 - 0,5 = -0,5. \quad (1.28)$$

$f(m'_1) = 0,96$; $H_0 = 0$, бо розраховане значення вийшло з мінусом;

$$h_x = \sqrt{2 * \frac{q}{K} * (L' - x + \Delta L_H) + H_2^2}; \quad (1.29)$$

$$L' = \Delta L_{\text{я}} + L = 6666,6 + 20,37 = 6687; x = L_{\text{я}} + L_{\text{д}} = 6666,6 + 6 = 6672,6;$$

$L_{\text{д}} = 6 \text{ м}$ – відстань від початку греблі до кінця ядра знизу.

Відмітка ординати початку кривої:

$$h_x = \sqrt{2 * 0,0015 * (6687 - 6672,6 + 0,25) + 0,5^2} = 0,54 \text{ м.}$$

1.2.3 Розрахунок стійкості укусу.

Стійкість укусу виконана для основного розрахункового випадку положення кривої фільтрації.

Для оцінки стійкості укусів найбільшого поширення отримав метод розрахунку по кругло-циліндричних поверхнях ковзання, в якому приймається, що ковзання

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							18
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

частини ґрунтового масиву проходить по радіальній кривій відносно деякого центру ковзання (точки O_1) (рис.2).

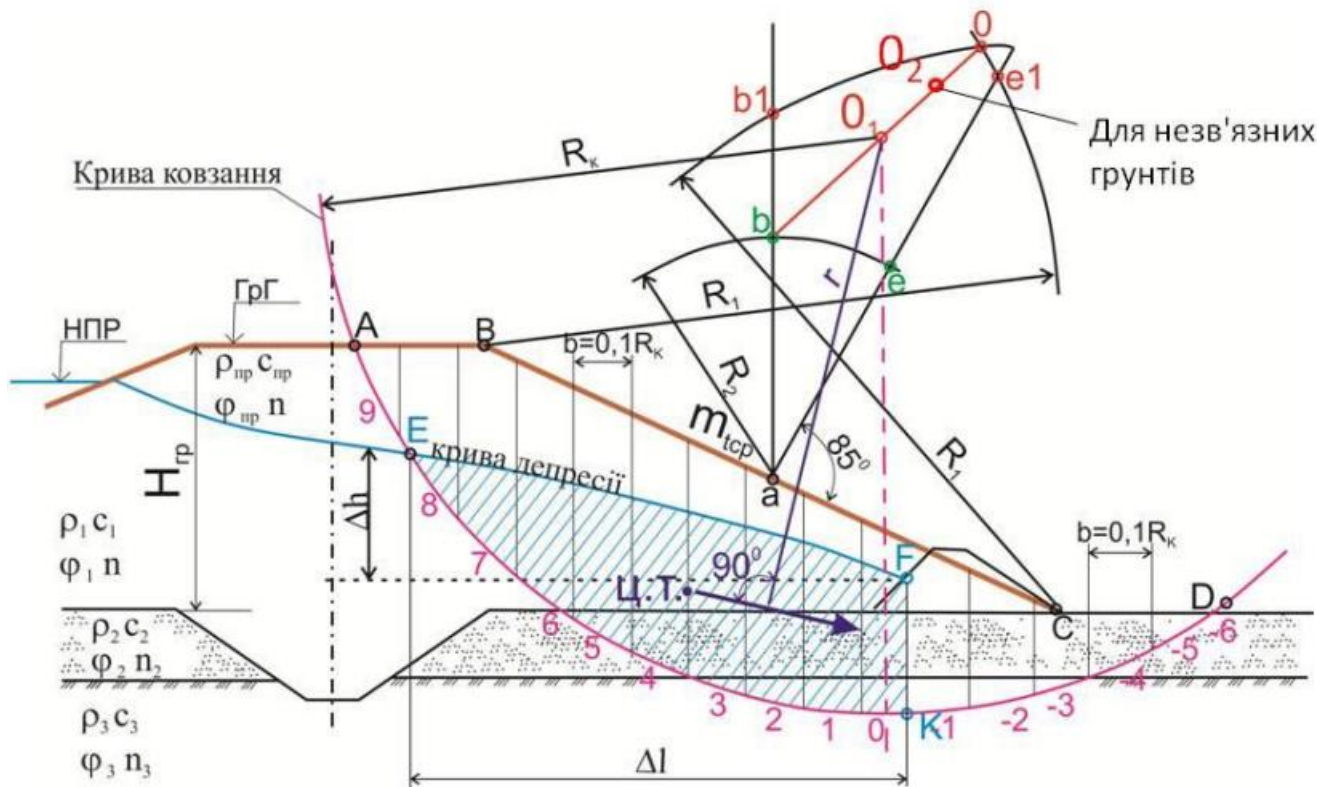


Рис. 2. Розрахунок стійкості укосу (Загальна схема)

Побудова графічної схеми та знаходження центру кривої ковзання відбувається за такою методикою:

1. Відбувається спрощення профілю низового укосу, з'єднуючи точку В низової бровки із точкою С де перетинається зовнішній укос дренажу з основою, та визначають лінію осередненого укосу m_{tcr} ;

2. Із точки (а) , яка являється серединою усередненого укосу проводимо два промені: Один вертикально, а інший під кутом 85° ;

3. Із точок В і С, проводимо дуги кола з радіусом R_1 та методом декількох засічок визначаємо розміщення точки О – що є точкою де перетинаються дуги: Радіус R_1 знаходимо за формулою:

$$R_1 = (R_B + R_H)/2 ; \quad (1.30)$$

де R_H, R_B – є величинами верхнього і нижнього радіусів поверхні ковзання:

$H_{гр}$ – величина висоти греблі в метрах;

$$R_H = k_1 * H_{гр}; \quad (1.31)$$

$$R_B = k_2 * H_{гр}; \quad (1.32)$$

Розрахунок:

$$R_1 = \frac{9,75+17,2}{2} = 13,475 \text{ м}; \quad (1.33)$$

$$R_H = 1,53 * 6,373 = 9,75 \text{ м};$$

$$R_B = 2,54 * 8,57 = 17,2 \text{ м};$$

4. Також проводимо дугу з радіусом $R_2 = \frac{aO}{2}$:

$$R_2 = \frac{10,4}{2} = 5,2 \text{ м}; R_{\text{кривої}} = 13,3 \text{ м.};$$

b – ширина відсіків, на які розбивається крива ковзання:

$$b = 0,1 * R_{\text{кривої}} = 13,3 * 0,1 = 1,3 \text{ м.} \quad (1.34)$$

Визначаємо щільності ґрунту насиченого водою для всіх частин тіла греблі, які потрапляють під криву депресії:

$$\rho_{\text{нас}} = \frac{\rho_s - \rho_o}{1+e}; \quad (1.35)$$

де ρ_s – коефіцієнти щільності ґрунтів з яких виконана гребля (табл. 1);

ρ_o – густина води;

$$e = \frac{n}{1-n}; \quad (1.36)$$

$$e = \frac{0,33}{1 - 0,33} = 0,49 - \text{коеф. пористості тіла};$$

$$e = \frac{0,22}{1 - 0,22} = 0,28 - \text{коеф. пористості дренажу греблі};$$

$$e = \frac{0,21}{1 - 0,21} = 0,27 - \text{коеф. пористості основи греблі};$$

$$\rho_{\text{нас.т}} = \frac{2,67 - 1}{1 + 0,49} = 1,12 - \text{щільність тіла};$$

$$\rho_{\text{нас.д.г.}} = \frac{2,75 - 1}{1 + 0,28} = 1,37 - \text{щільність дренажу};$$

$$\rho_{\text{нас.оснв.}} = \frac{2,75 - 1}{1 + 0,27} = 1,38 - \text{щільність основ греблі};$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							20
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Визначення власної ваги кожного сектору, виходячи із того які частини потрапляють під криву депресії:

$$G_i = \rho_{\text{нас}} g b h_{\text{пр}} ; \quad (1.37)$$

$g = 9,81$ – прискорення вільного падіння;

$h_{\text{пр}}$ – відстань від кривої депресії до кінця кривої ковзання;

$$G_{9-6} = \rho_{\text{тіла}} g b h_{\text{пр}} ;$$

$$G_9 = 1,8 * 9,81 * 1,14 * 1,32 = 26,6 \text{ кН};$$

$$G_8 = 1,8 * 9,81 * 1,33 * 3,29 = 77,3 \text{ кН};$$

$$G_7 = 1,8 * 9,81 * 1,33 * 4,42 = 103,8 \text{ кН};$$

$$G_6 = 1,8 * 9,81 * 1,33 * 5,03 = 118,1 \text{ кН};$$

$$G_{5-2} = \rho_{\text{тіла}} g b h_{\text{пр}} + \rho_{\text{тіла}} g b h_{\text{пр}} \frac{\rho_{\text{тіла.н}}}{\rho_{\text{тіла}}} + \rho_{\text{осн}} g b h_{\text{пр}} \frac{\rho_{\text{осн.н}}}{\rho_{\text{осн}}} ;$$

$$G_5 = 1,8 * 9,81 * 1,33 * 4,39 + 1,8 * 9,81 * 1,33 * 0,53 * \frac{1,12}{1,8} + 2 * 9,81 * 1,33 * 0,46 * \frac{1,38}{2} = 119,1 \text{ кН};$$

$$G_4 = 1,8 * 9,81 * 1,33 * 3,86 + 1,8 * 9,81 * 1,33 * 0,53 * \frac{1,12}{1,8} + 2 * 9,81 * 1,33 * 1,13 * \frac{1,38}{2} = 118,7 \text{ кН};$$

$$G_3 = 1,8 * 9,81 * 1,33 * 3,33 + 1,8 * 9,81 * 1,33 * 0,53 * \frac{1,12}{1,8} + 2 * 9,81 * 1,33 * 1,63 * \frac{1,38}{2} = 115,3 \text{ кН};$$

$$G_2 = 1,8 * 9,81 * 1,33 * 2,8 + 1,8 * 9,81 * 1,33 * 0,53 * \frac{1,12}{1,8} + 2 * 9,81 * 1,33 * 1,98 * \frac{1,38}{2} = 109,2 \text{ кН};$$

$$G_{1-0} = \rho_{\text{тіла}} g b h_{\text{пр}} + \rho_{\text{др}} g b h_{\text{пр}} + \rho_{\text{др}} g b h_{\text{пр}} \frac{\rho_{\text{др.н}}}{\rho_{\text{др}}} + \rho_{\text{осн}} g b h_{\text{пр}} \frac{\rho_{\text{осн.н}}}{\rho_{\text{осн}}} ;$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							21
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$G_1 = 1,8 * 9,81 * 1,33 * 1,68 + 2 * 9,81 * 1,33 * 0,6 + 2 * 9,81 * 1,33 * 0,53 * \frac{1,37}{2} + 2 * 9,81 * 1,33 * 2,18 * \frac{1,38}{2} = 103,8 \text{ кН};$$

$$G_0 = 1,8 * 9,81 * 1,33 * 0,38 + 2 * 9,81 * 1,33 * 1,37 + 2 * 9,81 * 1,33 * 0,53 * \frac{1,37}{2} + 2 * 9,81 * 1,33 * 2,24 * \frac{1,38}{2} = 94,5 \text{ кН};$$

$$G_{-1-(-3)} = \rho_{\text{др}} g b h_{\text{пр}} + \rho_{\text{др}} g b h_{\text{пр}} \frac{\rho_{\text{др.н}}}{\rho_{\text{др}}} + \rho_{\text{осн}} g b h_{\text{пр}} \frac{\rho_{\text{осн.н}}}{\rho_{\text{осн}}};$$

$$G_{-1} = 2 * 9,81 * 1,33 * 1,22 + 2 * 9,81 * 1,33 * 0,53 * \frac{1,37}{2} + 2 * 9,81 * 1,33 * 2,18 * \frac{1,38}{2} = 80,6 \text{ кН};$$

$$G_{-2} = 2 * 9,81 * 1,33 * 0,69 + 2 * 9,81 * 1,33 * 0,53 * \frac{1,37}{2} + 2 * 9,81 * 1,33 * 1,98 * \frac{1,38}{2} = 63,1 \text{ кН};$$

$$G_{-3} = 2 * 9,81 * 1,33 * 0,16 + 2 * 9,81 * 1,33 * 0,53 * \frac{1,37}{2} + 2 * 9,81 * 1,33 * 1,63 * \frac{1,38}{2} = 43 \text{ кН};$$

$$G_{-4} = \rho_{\text{др}} g b h_{\text{пр}} \frac{\rho_{\text{др.н}}}{\rho_{\text{др}}} + \rho_{\text{осн}} g b h_{\text{пр}} \frac{\rho_{\text{осн.н}}}{\rho_{\text{осн}}};$$

$$G_{-4} = 2 * 9,81 * 1,33 * 0,13 * \frac{1,37}{2} + 2 * 9,81 * 1,33 * 1,13 * \frac{1,38}{2} = 22,7 \text{ кН};$$

$$G_{-5} = \rho_{\text{осн}} g b h_{\text{пр}} \frac{\rho_{\text{осн.н}}}{\rho_{\text{осн}}};$$

$$G_{-5} = 2 * 9,81 * 1,33 * 0,46 * \frac{1,38}{2} = 8,3 \text{ кН};$$

Знаходимо W_{Φ} тільки для секторів, які насичені водою:

$$W_{\Phi} = \rho_0 * g * A * I_{cp} = \rho_0 * g * b * h_{\text{пр}} * I_{cp}; \quad (1.38)$$

$$I_{cp} = \frac{2,58-0,54}{10,15} = 0,2; \quad \rho_0 = 1; \quad g = 9,81; \quad (1.39)$$

$$W_{\Phi 5} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 0,99 = 2,58;$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							22
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$W_{\phi 4} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 1,66 = 4,3;$$

$$W_{\phi 3} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 2,15 = 5,6;$$

$$W_{\phi 2} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 2,49 = 6,5;$$

$$W_{\phi 1} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 2,69 = 7;$$

$$W_{\phi 0} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 2,76 = 7,2;$$

$$W_{\phi -1} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 2,69 = 7;$$

$$W_{\phi -2} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 2,48 = 6,5;$$

$$W_{\phi -3} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 2,14 = 5,6;$$

$$W_{\phi -4} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 1,26 = 3,3;$$

$$W_{\phi -5} = 1 * 9,81 * 1,33 * 0,2 * 0,46 = 1,2;$$

C – питоме щеплення; l – довжина кривої; $tg \varphi_i$ – кут кривої у секторах.

Всі вище розраховані значення зводимо в таблицю 2 і розраховуємо коефіцієнт стійкості греблі:

$$K = \frac{(G \cos \alpha_n - W_{\phi}) \operatorname{tg} \alpha + Cl}{G \sin \alpha_n}; \quad (1.40)$$

$$K = \frac{547,65 + 202,2}{356,3} = 2,1;$$

$K = 2,1 > 1,15$ – отримане значення є більшим ніж нормативне значення, отже стійкість низового укосу забезпечена.

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		23

Табл. 2											
№	$\sin \alpha_n$	$\cos \alpha_n$	G_n	$G \sin \alpha$	$G \cos \alpha$	$W_{\phi \Pi}$	$tg \varphi_i$	$(G \cos \alpha - W_{\phi \Pi})$ $* tg \varphi_i$	C_i	l_i	$C_i l_i$
9	0,9	0,44	26,6	23,94	11,704	-	0,42	4,92	0,4	7,35	2,94
8	0,8	0,6	77,3	61,84	46,38	-	0,42	19,48	0,4		
7	0,7	0,71	103,8	72,66	73,698	-	0,42	30,95	0,4		
6	0,6	0,8	118,1	70,86	94,48	-	0,42	39,68	0,4 12		
5	0,5	0,87	119,1	59,55	103,617	2,58	0,58	58,6	12	16,59	199,08
4	0,4	0,92	118,7	47,48	109,204	4,3	0,58	60,84	12		
3	0,3	0,95	115,3	34,59	109,535	5,6	0,58	60,28	12		
2	0,2	0,98	109,2	21,84	107,016	6,5	0,58	58,3	12		
1	0,1	0,99	103,8	10,38	102,762	7	0,58	55,5	12		
0	0	1	94,5	0	94,5	7,2	0,58	50,6	12		
-1	-0,1	0,99	80,6	-8,06	79,794	7	0,58	42,2	12		
-2	-0,2	0,98	63,1	-12,62	61,838	6,5	0,58	32,1	12		
-3	-0,3	0,95	43	-12,9	40,85	5,6	0,58	20,5	12		
-4	-0,4	0,92	22,7	-9,08	20,884	3,3	0,58	10,2	12		
-5	-0,5	0,87	8,3	-4,15	7,221	1,2	0,58	3,5	12		
				Σ 356,3				Σ 547,65			Σ 202,2

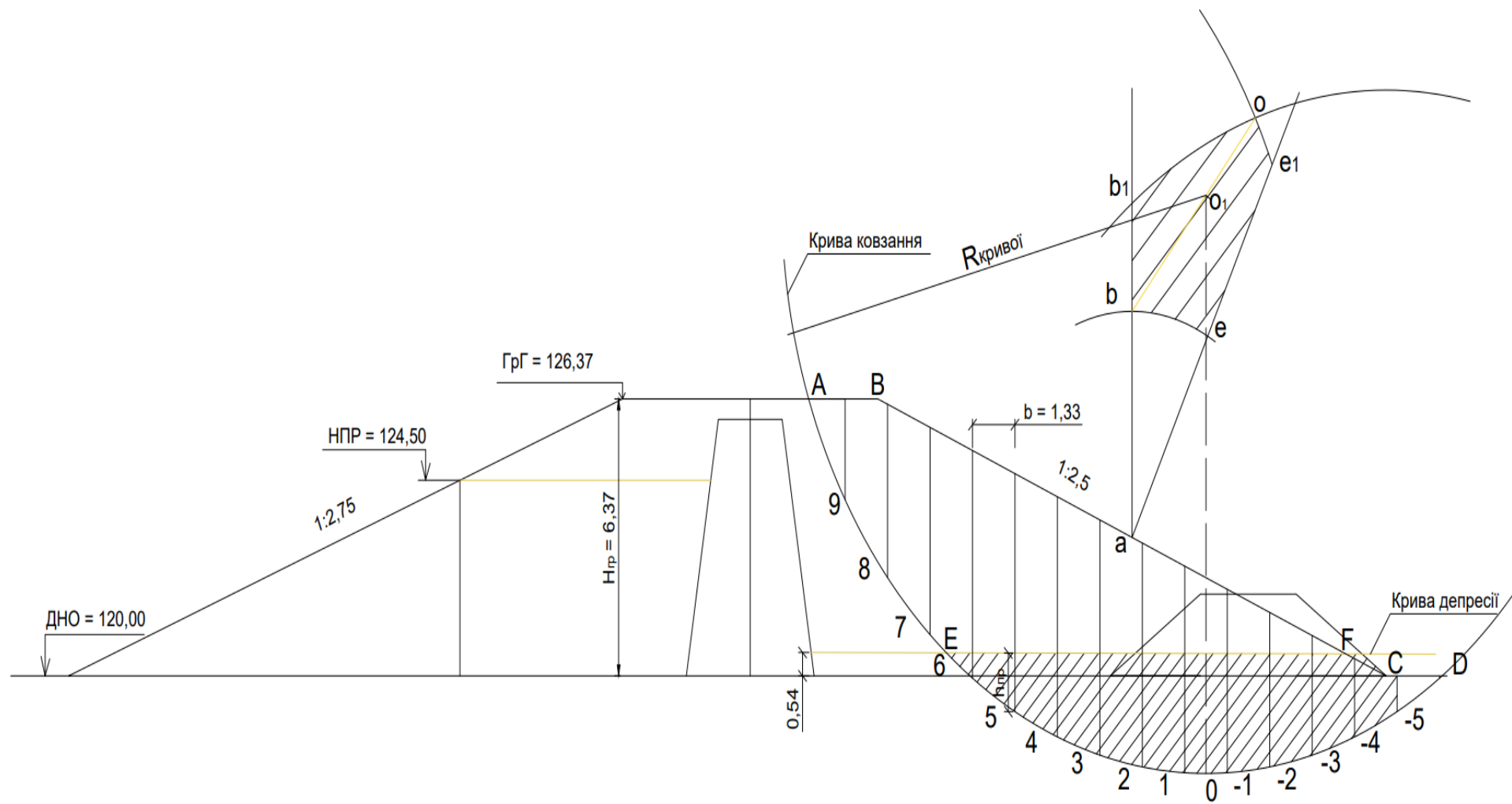


Рис. 3. Розрахункова схема розрахунку стійкості укосу за кривою ковзання

РОЗДІЛ 2:
ВОДОСКИД ФРОНТАЛЬНИЙ АВТОМАТИЧНОЇ ДІЇ

Консультант /Величко С.В./

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							26
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

2.1. Гідравлічний розрахунок водозливної греблі.

Водозливна гребля – це бетонна споруда, для пропуску паводкової витрати в межах форсованого підпертого рівня, яка споруджується в тілі глухої греблі, що збудована з матеріалів місцевого походження, в руслі річки або в іншому водному потоці. Запроектований переріз водозливної греблі зображено на Лист 2.

В заданому гідротехнічному вузлі пропуск паводкової витрати здійснюється згідно ДБН через всі можливі отвори: через водозабірні отвори, промивні отвори 90 м³/с та через фронтальний водозлив.

Визначення загальної ширини отворів водозливного фронту греблі $B_{\text{пр}}$:

$$B_{\text{пр}} = \frac{Q}{m \sigma_n \sigma_c \sigma_n \sqrt{2gH^3}}; \quad (2.1)$$

де $Q = Q_{0,5\%} - Q_{\text{вз}} - Q_{\text{пр.отв}} = 304 - 4 - 90 = 210 \text{ м}^3/\text{с}$;

$Q_{0,5\%}$ – розрахункова паводкова витрата самого водоскиду;

$Q_{\text{вз}}$ – водозабірна витрата;

$Q_{\text{пр.отв}}$ – пропускна здатність промивних отворів;

$H = \text{ФПР} - \text{НПР} = 125,5 - 124,5 = 1,0 \text{ м.}$ – величина різниці між відмітками ФПР та НПР;

$m = 0,49$ – витратний коефіцієнт водозливу, при побудові профілю за координатами Крігера-Офіцєрова);

σ_n – коефіцієнт повноти напору, знаходимо за формулою М.П. Розанова:

$$\sigma_n = 0,62 + 0,33 \sqrt[3]{\frac{H_{\text{вз}}}{H_{\text{прф}}}} = 0,62 + 0,33 * \sqrt[3]{0,75} = 0,97; \quad (2.2)$$

σ_c – коефіцієнт стиснення потоку, для биків у яких плавна форма вхідного оголовка:

$$\sigma_c = 1 - \frac{0,1}{\sqrt{0,2 + \frac{P}{H}}} * \left(1 - \frac{b_{\text{пр}}}{B}\right)^4 \sqrt{\frac{b_{\text{пр}}}{B}}; \quad (2.3)$$

де $P = \text{НПР} - \text{ДНО} = 124,5 - 120,0 = 4,5 \text{ м.}$ – різниця відміток нормального підпертого рівня і дна;

$b_{\text{пр}} = 10 \text{ м.}$ – ширина одного водозливного прольоту;

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							27
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$B = 11\text{ м.}$ – розмір міжцентрової відстані для биків ;

$$\sigma_c = 1 - \frac{0,1}{\sqrt{0,2 + \frac{4,5}{1,2}}} * \left(1 - \frac{10}{11}\right) * \sqrt[4]{\frac{10}{11}} = 0,995 \approx 1;$$

$\sigma_n = 1$ – коефіцієнт підтоплення, який береться за таблицею співвідношень $\frac{h_n}{H}$,

Підставляємо усі потрібні нам значення в ф. визначення загальної ширини ($B_{\text{пр}}$):

$$B_{\text{пр}} = \frac{210}{0,49 * 1 * 1 * 0,97 * \sqrt{2 * 9,81 * 1^3}} = 99,7 \approx 100 \text{ м.};$$

Отже беремо 10 прольотів по 10 м, тобто кінцева ширина фронту водозливу буде дорівнювати $B_{\text{пр}} = 100 \text{ м.}$

2.2. Побудова профілю

Початковим етапом побудови профілю водозливної греблі є побудова водозливного оголовка по контуру, за координатами Крігера-Офіцєрова для безвакуумного профілю.

Табл. 3. Координати контуру безвакуумного водозливу

№ т.	x	y	№ т.	x	y
1	0,0	0,126	17	1,7	0,873
2	0,1	0,036	18	1,8	0,987
3	0,2	0,007	19	1,9	1,108
4	0,3	0,000	20	2,0	1,235
5	0,4	0,006	21	2,1	1,369
6	0,5	0,027	22	2,2	1,508
7	0,6	0,060	23	2,3	1,653
8	0,7	0,100	24	2,4	1,894
9	0,8	0,146	25	2,6	2,122
10	0,9	0,198	26	2,8	2,462
11	1,0	0,256	27	3,0	2,824
12	1,1	0,321	28	3,2	3,207
13	1,2	0,394	29	3,4	3,6
14	1,3	0,475	30	3,6	4,031
15	1,4	0,564	31	3,8	4,471
16	1,6	0,764	32	4,0	4,698

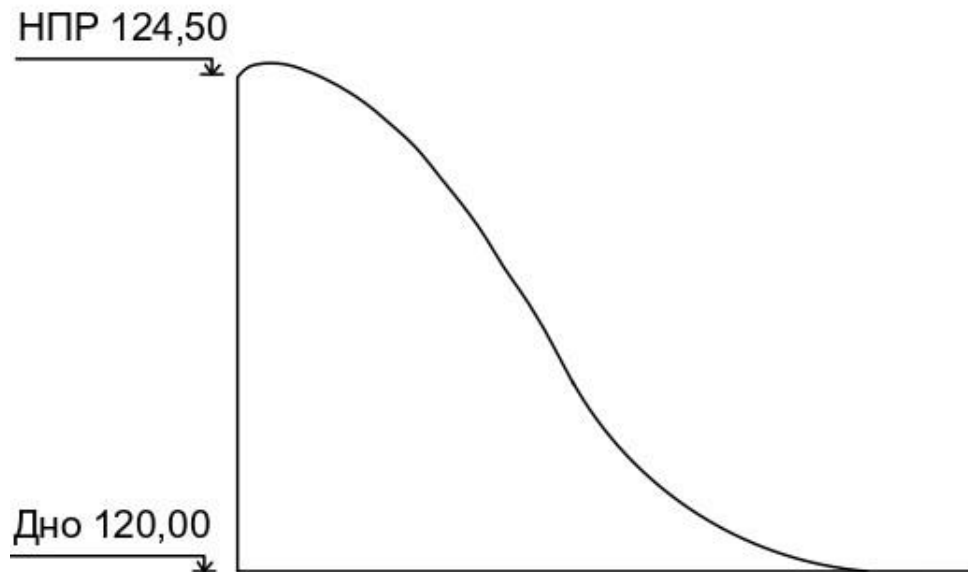


Рис. 4. Профіль водозливу за координатами Крігера-Офіцєрова

2.3 Суцїльна водобїйна стїнка.

Водобїйна стїнка – це один з елементів гїдротехнїчної споруди, який розташовується пїсля водозливу та служить для захисту дна вїд дїї хвильових потокїв. Розрахунок водобївної стїнки проводимо за таким порядком.

Визначаємо мїнїмальну глїбину на рисбермї (h_{pz}), яка необхїдна для затоплення гїдравлїчного стрибка:

$$h_{pz} = \left(0,0283 * \frac{z_0}{h_{кр}} + 1,64 \right) * h_{кр}; \quad (2.4)$$

при $\xi_0 = 2 \dots 10 : \xi_0 = z_0/h_{кр}$;

$T_0 = \text{ФПР} - \text{ДНО}$ – рївень води у верхньому б'єфі при ФПР;

$$T_0 = \text{ФПР} - \text{ДНО} = 125,5 - 120,0 = 5,5 \text{ м.} \quad (2.5)$$

Визначення критичної глїбини:

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{q_{вод}^2}{g}}; \quad (2.6)$$

де $q_{вод}$ – кїлькїсть води яка протїкає через 1 м ширини прольоту;

$$q_{вод} = \frac{Q_v}{n*b} = \frac{210}{10*10} = 2,1 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}; \quad (2.7)$$

Критична глїбина:

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							29
Зам.	Кїльк.	Лист	№ док.	Пїдпис	Дата		

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{2,1^2}{9,81}} = 0,76 \approx 0,8 \text{ м};$$

$$\xi_0 = \frac{5,5}{0,76} = 7,3; \quad (2.8)$$

z_0 – різниця між відмітками форсованого підпірного рівня та максимальним рівнем води у нижньому б'єфі;

$$z_0 = \text{ФПР} - \text{РВНБ}_{0,5\%} = 125,5 - 121,38 = 4,12 \text{ м}; \quad (2.9)$$

Розраховувавши всі необхідні значення та знаходимо мінімальну глибину h_{pz} :

$$h_{pz} = \left(0,0283 * \frac{4,12}{0,76} + 1,64\right) * 0,8 = 1,34 \text{ м}; \quad (2.10)$$

Проводимо порівняння побутової глибини води (h) та глибини на рисбермі h_{pz} :

$$h = \text{РВНБ}_{0,5\%} - \text{ДНО} = 121,38 - 120,0 = 1,38 \text{ м}; \quad (2.11)$$

$h < h_{pz}$; $1,38 < 1,34$ – гідравлічний стрибок не затоплений;

Визначаємо висоту водобійної стінки (C):

$$c = 0,12\sqrt{8\xi_0 + 2} * h_{кр}; \quad (2.12)$$

$$c = 0,12 * \sqrt{8 * 7,3 + 2} * 0,76 = 0,70 \text{ м};$$

Визначаємо ширину гребеня для водобійної стінки за формулою:

$$\delta_c = (0,1 \dots 0,2)h_2; \quad (2.13)$$

де h_2 – є другою спряженою глибину для гідравлічного стрибка на водобіі.

Спряжені глибини h_1 і h_2 знаходимо за формулами:

$$h_1 = \xi_1 * h_{кр}; \quad (2.14)$$

$$h_1 = A * h_{кр}, \text{ де } A = \varnothing_1; \quad (2.15)$$

$$h_2 = \varnothing_2 * h_{кр}; \quad (2.16)$$

Коефіцієнти ξ_1 та $\varnothing_2$ знаходимо за графіками:

Взалежності від коефіцієнта ξ_0 при $\varphi = 0,95$, $\varnothing_2 = 2,5$, а коефіцієнт ξ_1 взалежності від $\varnothing_2$;

$$h_2 = 2,5 * 0,76 = 1,9 \text{ м};$$

$$h_1 = 0,28 * 0,76 = 0,21 \text{ м};$$

Отже знайдемо ширину δ_c :

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							30
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

(2.17)

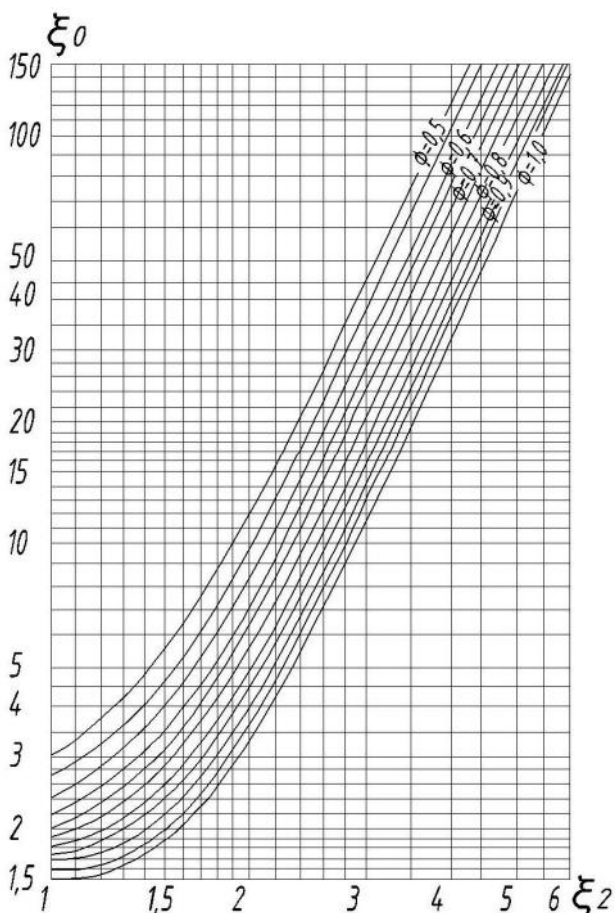


Рис. 5. Графік залежності φ_2 від ξ_0

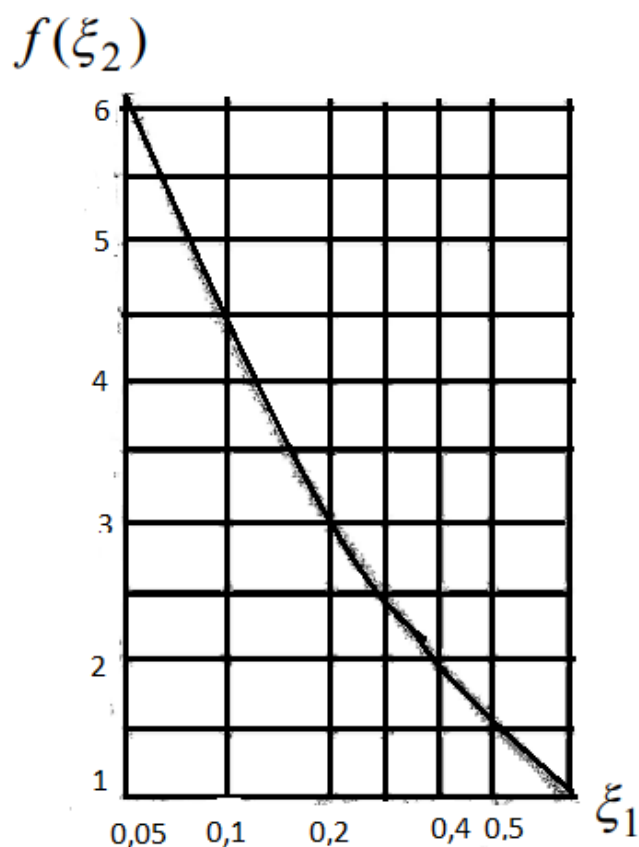


Рис. 6. Графік залежності φ_1 від ξ_2

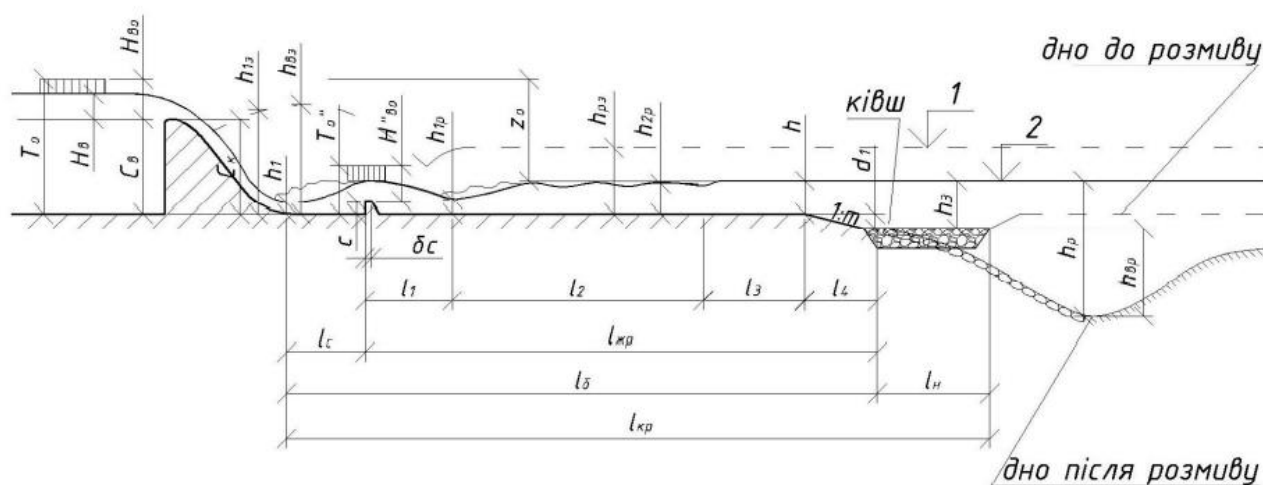


Рис. 7. Схема для розрахунку ділянки спряження б'єсів в повздовжньому профілі

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							31
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

2.4. Визначення розмірів горизонтального кріплення дна в нижньому б'єфі.

Для рисберми жорсткого типу довжина кріплення визначається в залежності від крупності каменю гнучкого кріплення.

Вся довжина жорсткого кріплення складається із таких ділянок:

l_c – довжина водобою до гасителя енергії;

l_1 – довжина падіння потоку після проходження гасителя;

l_2 – величина стрибку після гасителя;

l_3 – довжина за стрибком l_2 ;

Визначаємо довжину водобою l_c :

$$l_c = 3 * h_2 = 3 * 1,9 = 5,7 \text{ м.}; \quad (2.18)$$

Падіння потоку l_1 :

$$l_1 = h_{кр} + 1,3T'_0 = 0,8 + 1,3 * 2,1 = 3,53 \text{ м.}; \quad (2.19)$$

де $T'_0 = 1,1 * h_2 + \frac{V_0^2}{2g}$; V_0^2 – величина швидкості потоку;

$$T'_0 = 1,1 * 1,9 + \frac{1^2}{2 * 9,81} = 2,1 \text{ м.}; \quad (2.20)$$

$$V_0^2 = \frac{q_{вод}}{1,1 * h_2} = \frac{2,06}{1,1 * 1,9} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad (2.21)$$

Довжина гідравлічного стрибка l_2 :

$$l_2 = 5 * (h_{2p} - h_{1p}) = 5 * (1,22 - 0,39) = 4,15 \text{ м.}; \quad (2.22)$$

$h_{2p} = \frac{h_{pз}}{1,1} = \frac{1,34}{1,1} = 1,22 \text{ м}$ – друга спряжена глибина;

$h_{1p} = \xi_1 * h_{кр}$ – висота стиснутого перерізу; (2.23)

Значення ξ_1 знаходиться за графіком залежності $\xi_1 = f(\xi_2)$ (Рис.5), :

$$\xi_2 = \frac{h_{2p}}{h_{кр}} = \frac{1,22}{0,8} = 1,5; \quad (2.24)$$

При $\xi_2 = 1,5 \rightarrow \xi_1 = 0,49$;

Тоді: $h_{1p} = 0,49 * 0,8 = 0,39 \text{ м.}$

Величина ділянки після гідравлічного стрибка l_3 :

$$l_3 = l_2 * 0,5 = 0,5 * 4,15 = 2,075 \approx 2,08 \text{ м.}; \quad (2.25)$$

Сумуємо всі попередньо розраховані довжини і отримаємо загальну довжину жорсткої рисберми x :

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							32
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$x = \varnothing_{\varnothing} + \varnothing_1 + \varnothing_2 + \varnothing_3; \quad (2.26)$$

$$x = 5,7 + 3,53 + 4,15 + 2,08 = 15,46 \text{ м.};$$

Діаметр каменів для влаштування гнучкого кріплення не повинен перевищувати 0,5м і відповідати умові:

$$d_p = 1,3 * d_n \leq 0,5\text{м.} \quad (2.26)$$

Знайти d_n можна із графіків залежностей $\frac{x}{h_{pz}}$ від $\frac{d_n}{h_{pz}} * 10^2$;

$$\frac{x}{h_{pz}} = \frac{15,46}{1,34} = 11,5; \text{ відповідно за графіком знаходимо що } \frac{d_n}{h_{pz}} * 10^2 = 3,8;$$

Отже:

$$d_n = \frac{7 * h_{pz}}{10^2} = \frac{3,8 * 1,34}{10^2} = 0,05 \text{ м.} \quad (2.27)$$

$d_p = 1,3 * 0,05 = 0,065$ – розмір розрахункового каменю.



Рис. 8. Графік визначення крупності каменю для влаштування гнучкої рисберми

2.5. Розрахунок ями розмиву

Глибина води в точці максимального розмиву досягає значення:

$$h_p = k_p * \chi^{0,8} * \sqrt[1,25]{\frac{q_p}{V_{01}}}; \quad (2.28)$$

де $k_p = 1,07$ – коефіцієнт здатності водоскиду до розмиву;

$\chi = 1,3$ – коефіцієнт нерівномірності розподілу питомої витрати;

q_p – питома витрата після проходження жорсткої частини рисберми:

$$q_p = \frac{\varnothing_6}{B} = \frac{210}{109} = 1,93; \quad (2.29)$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							33
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$B = n * b + N * 1,0 = 10 * 10 + 9 * 1 = 109$ м. – ширина водозливної частини з биками;

$N = \text{?} - 1 = 10 - 1 = 9$. – число биків;

Швидкість що не спричиняє розмиву, приймаємо в залежності від ґрунту. При ґрунті (пісок середній), $V_{01} = 0,26$ м/с – в залежності від типу ґрунту;

$$h_p = 1,07 * 1,3^{0,8} * \sqrt[1,25]{\frac{1,93}{0,26}} = 6,6 \text{ м};$$

Визначаємо глибину ями розмиву:

$$h_{вр} = h_p - h = 6,6 - 1,38 = 5,22 \text{ м};$$

$$h = \text{РВНБ}_{0,5\%} - \text{ДНО} = 121,38 - 120,0 = 1,38 \text{ м}.$$

Параметр турбулентності в точці кінця жорсткого кріплення M_p :

$$M_p = \frac{4,55}{\frac{x_1}{h} - (8 - \frac{4,55}{0,235\eta - 0,37})} = \frac{4,55}{\frac{6,23}{1,38} - (8 - \frac{4,55}{0,235 * 3,13 - 0,37})} = 0,51 \text{ м}; \quad (2.30)$$

x_1 – відстань від стисненого перерізу за до перерізу, що розглядається:

$$x_1 = l_2 + l_3 = 4,15 + 2,08 = 6,23 \text{ м}; \quad (2.31)$$

η – коефіцієнт співвідношення спряжених глибин гідравлічного стрибка;

$$\eta = \frac{h_{2p}}{h_{1p}} = \frac{1,22}{0,39} = 3,13; \quad (2.31)$$

Довжина рисберми l_p визначається за таблицею для співвідношень $l_p/h_{вр}$ в залежності від співвідношень величин $u'_{max}/V_{кр}$:

де $V_{кр} = q_p/h_{кр}$ – швидкість відповідна до критичної глибини в кінці жорсткого кріплення рисберми;

u'_{max} – пульсаційна швидкість;

$$V_{кр} = \frac{1,92}{0,8} = 2,4 \text{ м/с}; \quad (2.33)$$

$$u'_{max} = M_p * V_p = 0,51 * 1,36 = 0,69 \text{ м/с}; \quad (2.34)$$

$$\frac{u'_{max}}{V_{кр}} = \frac{0,69}{2,33} = 0,3 \quad (2.35)$$

За табл. 4 параметр $\frac{l_p}{h_{вр}} = 3,5$;

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							34
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Табл. 4

$\frac{u'_{\max}}{V_{kp}}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,30...0,80
l_p / h_{ep}	5,5	5,0	4,5	3,8	3,5

Довжина $x < 25 \cdot h_2$, отже довжину рисберми розраховуємо за формулою:

$$l_p = 3,5 h_{bp} = 3,5 * 5,22 = 18,27 \text{ м}; \quad (2.36)$$

Розміри $3d_p$ і $2d_p$; $2/3 l_{рис.}$ і $1/3 l_{рис.}$.

$$3d_p = 3 * 0,065 = 0,195 \text{ м}; 2d_p = 2 * 0,065 = 0,13 \text{ м}.$$

$$\frac{2}{3} l_{рис.} = \frac{2}{3} * 18,27 = 12,18 \text{ м}; \frac{1}{3} l_{рис.} = \frac{1}{3} * 18,27 = 6,09 \text{ м}.$$

Внизу рисберма укріплюється шаром піску товщиною 0,2 м;

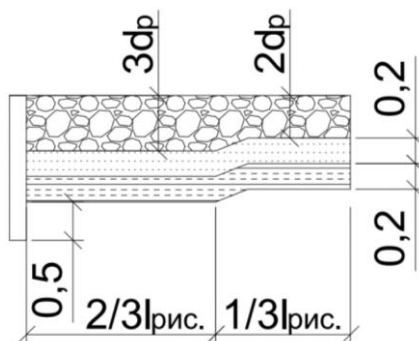


Рис. 9. Рисберма

2.6. Визначення товщини водобійної плити

Розмір товщини водобійної плити визначається відносно трьох умов стійкості: проти зсуву, проти зпливання та перекидання.

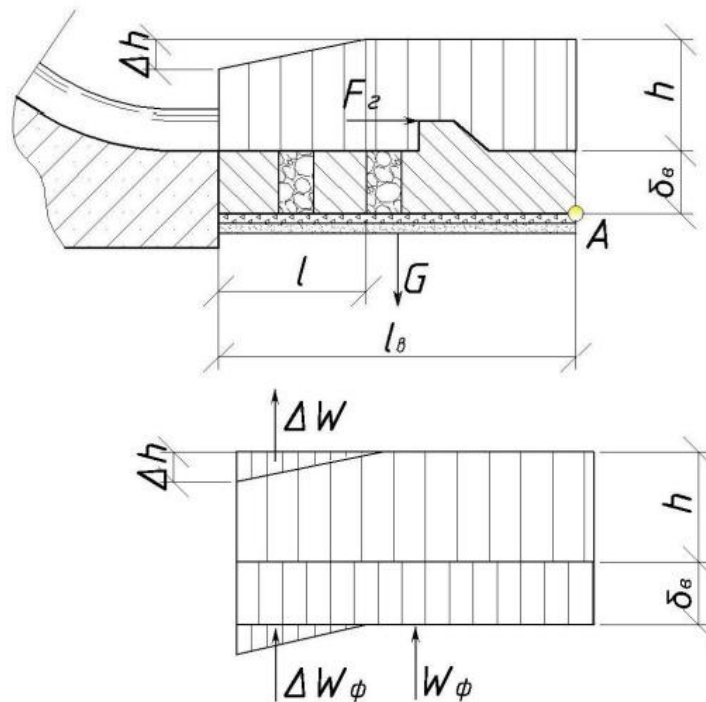


Рис. 10. Загальна розрахункова схема водобійної плити

Випадок 1. Товщина водобійної плити при перевірці на спливання:

$$\delta'_b = \frac{\gamma_n \gamma_{lc} (\Delta W_\phi + \Delta W)}{\gamma_c \gamma_{б.зв.} l_b} = \frac{1,2 * 1 * (0 + 10,97)}{1 * 14 * 5,7} = 0,17; \quad (2.37)$$

де $\gamma_n = 1,2$; $\gamma_{lc} = 1$; $\gamma_c = 0,9$; $\gamma_{б.зв.} = 14 \text{ т/м}^3$ – густина бетону;

ΔW – сила дефіциту тиску; l_b – довжина водобою;

$$\Delta W = 0,5 * \gamma_0 * \Delta h * l; \quad (2.38)$$

$$\Delta W = 0,5 * 10 * 1,18 * 1,86 = 10,97;$$

$\gamma_0 = 9,81 \approx 10$ – питома вага води;

$\Delta h, l$ – сторони в трикутнику з епюри дефіциту тиску;

$$\Delta h = (0,6 \dots 0,7)(h_2 - h_1) = 0,7 * (1,9 - 0,21) = 1,18; \quad (2.39)$$

h_2, h_1 – спряжені глибини гідравлічного стрибка;

$$l = 0,33 * l_c = 0,33 * 5,7 = 1,86; l_b = l_c = 5,7 \text{ м.} \quad (2.40)$$

$\Delta W_\phi = 0$ – сила залишкового тиску фільтрації, яка діє на водобійну плиту, у випадку розташування дренажу під тілом греблі;

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							36
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Випадок 2. Товщина водобійної плити при перевірці стікості на перекидання:

$$\delta_b'' = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{lc} \cdot (\Delta M_{\phi} + \Delta M + M)}{0,5 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_{6.3B} \cdot l_B^2} = \frac{1,2 \cdot 1 \cdot (0 + 55,7 + 0,13)}{0,5 \cdot 1 \cdot 14 \cdot 5,7^2} = 0,29; \quad (2.41)$$

де ΔM – перекидаючий момент сили дефіциту тиску;

$$\Delta M = \Delta W \left(l_B - \frac{1}{3} \cdot l \right) = 10,97 \cdot \left(5,7 - \frac{1}{3} \cdot 1,86 \right) = 55,7; \quad (2.42)$$

ΔM_{ϕ} – перекидаючий момент сили залишкового тиску фільтрації;

$$\Delta M_{\phi} = \sigma_{\phi} \cdot l_1 = 0 \cdot 3,53 = 0; \quad (2.43)$$

де l_1 – плече сили для ΔW_{ϕ} ;

M – перекидаючий момент гідродинамічної сили, який діє на гаситель енергії.

$$M = F_{\Gamma} \cdot (0,5 \cdot c + \delta_b') = 0,24 \cdot (0,5 \cdot 0,7 + 0,17) = 0,13 \quad (2.44)$$

F_{Γ} – гідродинамічна сила розраховується за формулою:

$$F_{\Gamma} = \xi \cdot \gamma_0 \cdot \omega \cdot \frac{V^2}{2g} = 0,7 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,81} = 0,24; \quad (2.45)$$

ω – проекційна площа на один погонний метр ширини;

ξ – коефіцієнт опору який враховується в процесі обтікання гасителя;

Де $V = \frac{q_{\text{вод}}}{1,1 \cdot h_2} = \frac{2,06}{1,1 \cdot 1,9} = 0,98 \text{ м/с}$; – швидкість руху води перед водобійною

плитою;

Випадок 3. Товщина водобійної плити за умови стійкості проти зсуву .

$$\delta_b''' = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{lc} \cdot F_{\Gamma}}{\gamma_c \cdot \gamma_{6.3B} \cdot l_B \cdot f} = \frac{1,2 \cdot 1 \cdot 0,24}{0,9 \cdot 14 \cdot 5,7 \cdot 0,4} = 0,01; \quad (2.46)$$

де f – коефіцієнт тертя бетону по ґрунту основи (пісок дрібної крупності) приймаємо $f = 0,3$.

Для кінцевої товщини водобійної плити, приймаємо найбільше розрахункове значення із трьох розрахованих випадків, тобто $\delta_b'' = 0,29 \approx 0,3 \text{ м}$.

2.7. Елементи підземного контуру

Для запобігання розмиву річища перед греблею та зменшення інтенсивності деяких процесів потрібно запроектувати такий елемент як понур. Вони бувають різних видів, основними із яких є анкерний понур та глиняний понур.

Запроектуємо понур глиняного типу. Типові розміри продемонстровано на рис.11.

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							37
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

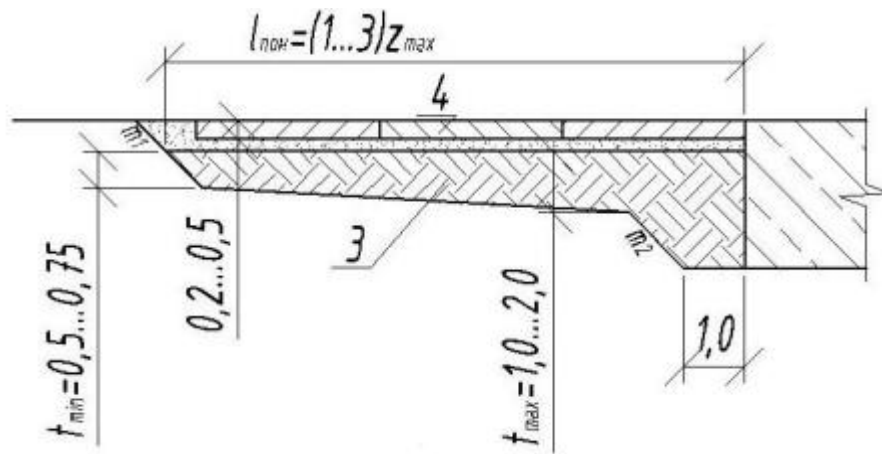


Рис. 11. Глиняний понур

Довжину понуру розраховуємо за формулою: $l_{\text{пон.}} = 2 * z$;

де $z = \text{НПР} - \text{РВНБ}_{\text{побут}} = 124,5 - 120,5 = 4 \text{ м}$;

$$l_{\text{пон.}} = 2 * 4 = 8 \text{ м}; \quad (2.47)$$

Зверху глиняного понуру, укладаємо фільтраційний шар товщиною 0,2 (м.), а по ньому бетонні плити теж товщиною 0,2 (м.) і довжиною 2 м.

Також одними із важливих елементів підземного контуру є шпунти.

Шпунт – вертикальний пристрій, що зменшує вплив фільтраційних процесів та додатковий елемент кріплення греблі в ґрунті. Бувають двох типів: верховий та низовий.

Шпунт верхового типу використовують тільки при запроектованому понурі анкерного типу.

Запроектуємо в передній та задній підземній частині греблі шпунти розмірами 2,6 м. та 1,2 м. відповідно.

Попередньо приймаємо товщину від дна греблі до водопору 28 м.

2.8. Визначення числових значень коефіцієнтів опору.

Запроектований підземний контур розділяють на окремі частини трьох видів, та розраховуються значення коефіцієнтів опору за формулами рис. 12.

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							38
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

фрагмент	Схема елемента	Розрахункова формула	Умови застосування
Вхідний і вихідний елементи		$\zeta_{ex} = \zeta_{vkh} = \zeta_{yst} + 0,44, \quad (2.27)$	$S = 0$
		$\zeta_{yst} = \frac{a}{T_1} \quad (2.28)$	
Внутрішній уступ та шпунт		$\text{а) } \zeta_{shp} = \frac{a}{T_1} + 1,5 \frac{S}{T_2} + \frac{0,5 \cdot S / T_2}{1 - 0,75 \cdot S / T_2} \quad (2.30)$	$0,5 \leq \frac{T_2}{T_1} \leq 1,0; \quad 0 \leq \frac{S}{T_2} \leq 0,8$
		$\text{б) } \zeta_{shp} = \frac{a}{T_1} + 12 \cdot \left(\frac{S}{T_2} - 0,8 \right) + 2,2 \quad (2.31)$	$0,5 \leq \frac{T_2}{T_1} \leq 1,0; \quad 0,8 \leq \frac{S}{T_2} \leq 0,96$
Горизонт. елемент		$\text{а) } \zeta_{gor} = \frac{l - 0,5(S_1 + S_2)}{T}, \quad (2.32)$	$l \geq 0,5(S_1 + S_2)$
		$\text{б) } \zeta_{gor} = 0$	$l < 0,5(S_1 + S_2)$

Рис. 12. Схеми елементів контуру та формули для визначення коефіцієнтів опору

Для початку знайдемо рівень розрахункового водоупору.

Визначимо схему підземного контуру за співвідношенням L_0/S_0 ;

де L_0 – довжина греблі разом із пануром ; S_0 – відстань від дна греблі до кінця початкового шпунта; (обидві величини вимірюються в метрах).

$$\frac{L_0}{S_0} = \frac{17,2}{5,4} = 3,2 - \text{проміжна схема підземного контуру;}$$

$$P_{11}^1 = 2,5 * S_0 = 2,5 * 5,4 = 13,5 \text{ м;} \quad (2.48)$$

$$P_{22}^{11} = 2,5 * P_{11}^1 = 13,5 * 2 = 27 \text{ м;} \quad (2.49)$$

$T_d = 28$, якщо $T_d > T_{ak}^1$ і T_{ak}^{11} ; $28 > 13,5$ і 27 . Тоді $T_{розрах}^1 = T_{ak}^1 = 13,5 \text{ м;}$

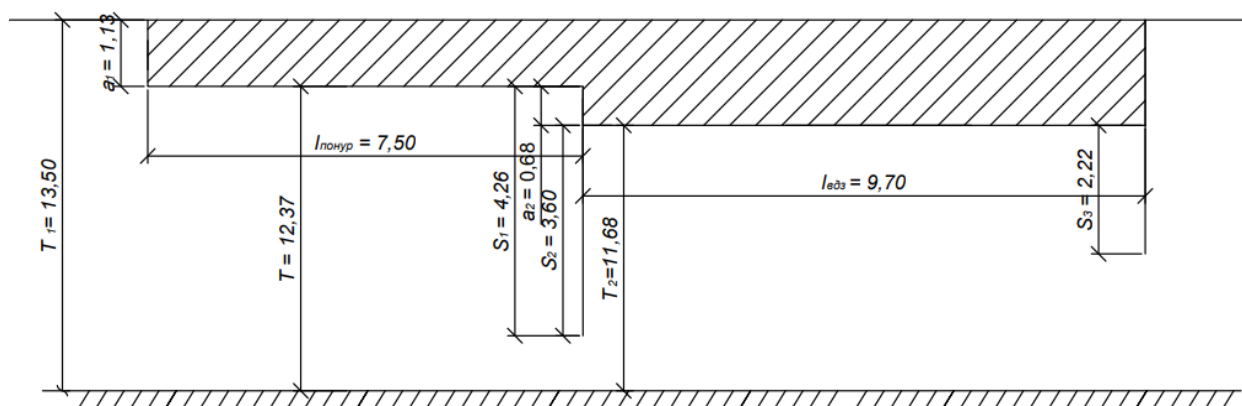


Рис. 13. Розрахункова схема знаходження коефіцієнтів опору для елементів підземного контуру.

Визначення коефіцієнтів опору:

На початку вхідного елемента немає шпунта тому використовуємо формулу один:

$$\zeta_{\text{вх.}} = \zeta_{\text{уст.}} + 0,44 = 0,08 + 0,44 = 0,52 \quad (2.50)$$

$$\zeta_{\text{уст.}} = \frac{a_1}{T_1} = \frac{1,13}{13,5} = 0,08; \quad (2.51)$$

Для того щоб дізнатися за якою формулою знаходити коефіцієнт $\zeta_{\text{гор.1}}$, перевіримо умову $l > 0,5 * (S_1 + S_2)$ чи $l < 0,5 * (S_1 + S_2)$:

$$l = l_{\text{понуру}} = 7,5 \text{ м.}; 0,5 * (S_1 + S_2) = 0,5 * (0 + 4,26) = 2,13;$$

Отже $l = 7,5 > 0,5 * (S_1 + S_2) = 2,13$, тому розраховуємо коефіцієнт опору за формулою а) для горизонтального елемента:

$$\zeta_{\text{гор.1.}} = \frac{l - 0,5 * (S + S_1)}{T} = \frac{7,5 - 0,5 * (0 + 4,26)}{12,37} = 0,43; \quad (2.52)$$

$$T = T_{ak}^1 - a_1 = 13,5 - 1,13 = 12,37;$$

Визначаємо формулу для знаходження коефіцієнта $\zeta_{\text{шп.1.}}$, перевіривши умову:

$$0,5 \leq \frac{T_2}{T_1} \leq 1,0; 0 \leq \frac{S_1}{T_2} \leq 0,8 \text{ чи } 0,5 \leq \frac{T_2}{T_1} \leq 1,0; 0,8 \leq \frac{S_1}{T_2} \leq 0,96$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{11,68}{12,37} = 0,94; \frac{S_1}{T_2} = \frac{3,6}{11,68} = 0,31;$$

Розраховані співвідношення задовільняють умову 1:

$$0,5 \leq \frac{T_2}{T_1} = 0,94 \leq 1,0; 0 \leq \frac{S}{T_2} = 0,31 \leq 0,8, \text{ тому розрахунок ведемо за формулою}$$

а) для внутрішнього уступу і шпунту:

$$\zeta_{\text{шп.1.}} = \frac{a_2}{T_1} + 1,5 * \frac{S_2}{T_2} + \frac{0,5 * \frac{S_2}{T_2}}{1 - 0,75 * \frac{S_2}{T_2}} = \frac{0,67}{12,37} + 1,5 * \frac{3,6}{11,68} + \frac{0,5 * \frac{3,6}{11,68}}{1 - 0,75 * \frac{3,6}{11,68}} = 0,72; \quad (2.53)$$

Визначаємо формулу для знаходження коефіцієнта $\zeta_{\text{гор.2.}}$, перевіривши умову $l > 0,5 * (S_1 + S_2)$ чи $l < 0,5 * (S_1 + S_2)$;

$$l = l_{\text{водозливу}} = 9,7 \text{ м.}; 0,5 * (S_1 + S_3) = 0,5 * (4,26 + 2,2) = 3,23;$$

Отже $l = 9,7 > 0,5 * (S_1 + S_3) = 3,23$, обираємо для розрахунку формулу із випадку а) для горизонтального елемента:

$$\zeta_{\text{гор.2.}} = \frac{l - 0,5 * (S_2 + S_3)}{T} = \frac{9,7 - 0,5 * (3,6 + 2,2)}{11,7} = 0,58; \quad (2.54)$$

$$T = T'_{\text{розрах}} - a_1 - a_2 = 13,5 - 1,13 - 0,67 = 11,7;$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							40
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Значення коефіцієнту опору на виході розраховуємо за формулою:

$$\zeta_{\text{вих.}} = \zeta_{\text{шп2.}} + 0,44 = 0,49 + 0,44 = 0,93. \quad (2.55)$$

$$\zeta_{\text{шп2.}} = \frac{a_2}{T_1} + 1,5 * \frac{S_3}{T_2} + \frac{0,5 * \frac{S_3}{T_2}}{1 - 0,75 * \frac{S_3}{T_2}} = \frac{1,8}{11,68} + 1,5 * \frac{2,2}{13,5} + \frac{0,5 * \frac{2,2}{13,5}}{1 - 0,75 * \frac{2,2}{13,5}} = 0,49$$

2.9. Розрахунок фільтраційної міцності

Розраховані розміри підземних елементів водозливної споруди потрібно перевірити за умови фільтраційної міцності відповідно формули:

$$l_k = \frac{z}{\sum_i \zeta'_i}; \quad (2.56)$$

$$l_k = \frac{4}{13,5 * 3,18} = 0,09;$$

$$l_k \leq \frac{0,45}{1,2}; 0,09 < 0,375 - \text{фільтраційна міцність забезпечена.}$$

де $\sum_i \zeta'_i$ – сума всіх коефіцієнт опору для підземних елементів споруди;

z – різниця напорів в б'єфах; $z = НПР - РВНБ_{\text{побут.}} = 124,5 - 120,5 = 4,0 \text{ м.};$

$$\sum_i \zeta'_i = \zeta_{\text{вх.}} + \zeta_{\text{гор1.}} + \zeta_{\text{шп1.}} + \zeta_{\text{гор2.}} + \zeta_{\text{вих.}} = 0,52 + 0,43 + 0,72 + 0,58 + 0,93 = 3,18;$$

Для підземних елементів контуру побудуємо епюри фільтраційного тиску та зважувальної сили.

Отже знаходимо значення h_i для кожного елемента:

$$h_{\text{вх.}} = \zeta_{\text{вх.}} * \frac{z}{\sum_i \zeta'_i} = 0,52 * \frac{4}{3,18} = 0,65 \text{ м;}$$

$$h_{\text{гор1.}} = \zeta_{\text{гор1.}} * \frac{z}{\sum_i \zeta'_i} = 0,43 * \frac{4}{3,18} = 0,54 \text{ м;}$$

$$h_{\text{шп1.}} = \zeta_{\text{шп1.}} * \frac{z}{\sum_i \zeta'_i} = 0,72 * \frac{4}{3,18} = 0,91 \text{ м;}$$

$$h_{\text{гор2.}} = \zeta_{\text{гор2.}} * \frac{z}{\sum_i \zeta'_i} = 0,58 * \frac{4}{3,18} = 0,73 \text{ м;}$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							41
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$h_{\text{вих.}} = \zeta_{\text{вих.}} * \frac{z}{\sum_i \zeta'_i} = 0,93 * \frac{4}{3,18} = 1,17 \text{ м};$$

Побудова епюри фільтраційного тиску:

$$\gamma = \rho_{\text{вод.}} * 9,81 = 1 * 9,81 = 9,81;$$

$$\gamma_z = g * z = 9,81 * 4 = 39,4;$$

$$\gamma_{h_{\text{вх.}}} = g * h_{\text{вх.}} = 9,81 * 0,65 = 6,38;$$

$$\gamma_z - \gamma_{h_{\text{вх.}}} = 39,4 - 6,38 = 33,02;$$

$$\gamma_{h_{\text{гор1.}}} = g * h_{\text{гор1.}} = 9,81 * 0,54 = 5,3;$$

$$\gamma_{h_{\text{шп1.}}} = g * h_{\text{шп1.}} = 9,81 * 0,91 = 8,92;$$

$$\gamma_{h_{\text{гор2.}}} = g * h_{\text{гор2.}} = 9,81 * 0,73 = 7,16;$$

$$\gamma_{h_{\text{вих.}}} = g * h_{\text{вих.}} = 9,81 * 1,17 = 11,47;$$

Епюра зважуючого тиску РВНБ_{побут.}:

$$H_{1\text{гр}} = 2,3 \text{ м.}; \gamma_{H_{1\text{гр}}} = g * H_{1\text{гр}} = 9,81 * 2,3 = 22,56;$$

$$H_{2\text{пон}} = 1,85 \text{ м.}; \gamma_{H_{2\text{пон}}} = g * H_{2\text{пон}} = 9,81 * 1,85 = 18,15;$$



Рис. 14. Епюри тисків.

2.10. Визначення навантажень, що діють на греблю

2.10.1. Власна вага споруди

Власна вага споруди знаходиться за розрахованими розмірами водозливної споруди та питомої густини матеріалів з яких збудована споруда.

Формула розрахунку власної ваги:

$$G = \gamma * V = \rho_6 * g * S * 1 = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5; \quad (2.57)$$

$\rho_6 = 2,4 \text{ кг/м}^3$ – густина бетону;

Для розрахунку власної ваги споруди, розіб'ємо її на декілька частин, та знайдемо їхні площі за кресленням на листі 2:

$S_1 \text{ і } S_2 = 2 \text{ м}^2$ – площа трапецеїдальних частин греблі (зубів);

$S_3 = 17,4 \text{ м}^2$ – площа прямокутного елемента греблі;

$S_4 = 11,9 \text{ м}^2$ – площа трикутного елемента греблі;

$S_5 = 3,96 \text{ м}^2$ – площа останнього елемента греблі;

Визначаємо власну вагу, та координати точки прикладання сили кожного елемента:

$$G_{1,2} = 2,4 * 9,81 * 2 = 47,1 \text{ кН/м};$$

$$G_3 = 2,4 * 9,81 * 17,4 = 409,7 \text{ кН/м};$$

$$G_4 = 2,4 * 9,81 * 11,9 = 280,2 \text{ кН/м};$$

$$G_5 = 2,4 * 9,81 * 3,96 = 93,2 \text{ кН/м};$$

Т. $G_{1,2}$ - точка прикладення в трапецієподібному елементі знаходиться за формулою: $y_0 = \bar{y}_{1,2} = \frac{\bar{y}(2\bar{y}+a)}{3(a+\bar{y})} = \frac{1(2*3+1)}{3(1+3)} = 0,58$; $\bar{y}_1 = 2$; $\bar{y}_2 = 8,2$;

Т. G_3 - точка прикладення в прямокутному елементі знаходиться на перетині діагоналей; $y_3 = 1,9$; $\bar{y}_3 = 4,85$;

Т. G_4 - точка прикладення в трикутному елементі знаходиться на перетині медіан: $y_4 = 4,29$; $\bar{y}_4 = 4,78$;

Т. G_5 - точка прикладення в прямокутному елементі знаходиться на перетині діагоналей: $y_5 = 4,75$; $x_5 = 2,43$;

Отже тепер ми можемо знайти координати т. G :

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							43
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$x = \frac{x_1 S_1 + x_2 S_2 + x_3 S_3 + x_4 S_4 + x_5 S_5}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5} = \frac{2 * 2 + 8,2 * 2 + 4,85 * 17,4 + 4,78 * 11,9 + 2,43 * 3,96}{2 + 2 + 17,4 + 11,9 + 3,96} = 4,26;$$

$$y = \frac{y_1 S_1 + y_2 S_2 + y_3 S_3 + y_4 S_4 + y_5 S_5}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5} = \frac{0,58 * 2 + 0,58 * 2 + 1,9 * 17,4 + 4,29 * 11,9 + 4,75 * 3,96}{2 + 2 + 17,4 + 11,9 + 3,96} = 2,82;$$

Визначенні значення відкладаємо та отримуємо координати т. G . Визначаємо власну вагу споруди :

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 = 47,1 + 47,1 + 409,7 + 280,2 + 93,2 = 877,3 \text{ кН/х.}$$

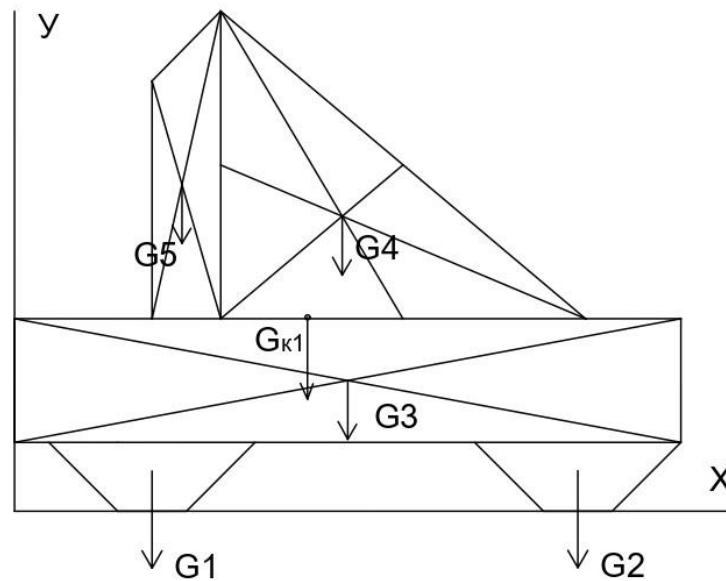


Рис. 15. Схема розрахунку координат прикладання сили G

2.10.2. Гідростатичний тиск води

Сили гідростатичного тиску (W_i) з боків верхнього та нижнього б'єфів, що діють горизонтально на споруду, розраховуються як добуток площі епюри на дожину секції z_c . Епюри гідростатичного тиску мають форму трикутника.

Формула розрахунку площі епюр:

$$W_i = 0,5 * \rho_0 g H_{1,2}^2 z_c; \quad (2.58)$$

$\rho_0 = 1 \text{ т/м}^3$ – густина води; $z_c = 1 \text{ м}$;

$$H_1 = \text{НПР} - \text{ДНО} = 124,5 - 120,0 = 4,5 \text{ м.};$$

$$W_1 = 0,5 * 1 * 9,81 * 4,5^2 * 1 = 99,32 \text{ кН};$$

$$H_2 = (\text{РВНБ}_{\text{попут}} - \text{ДНО}) + l = (120,5 - 120,0) + 2,8 = 3,3 \text{ м.};$$

$$W_2 = 0,5 * 1 * 9,81 * 3,3^2 * 1 = 53,4 \text{ кН};$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							44
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$W_3 = 0,5 * \rho_0 g (H_1 + h_{3-4} + h_{5-6}) * l = 0,5 * 1 * 9,81 * (4,5 + 1,85 + 2,82) * 2,8 = 125,9 \text{ кН};$$

Точка прикладання сили W_3 :

$$y_c = \frac{l(a+2b)}{3(a+b)} = \frac{2,8*(44,1+2*45,8)}{3(44,1+45,8)} = 1,41; \quad (2.59)$$

$$a = \rho_0 g H_1 = 1 * 9,81 * 4,5 = 44,1;$$

$$b = \rho_0 g (h_{3-4} + h_{5-6}) = 1 * 9,81 * (1,85 + 2,82) = 45,8;$$

$$W_{4,5} = \rho_0 g s_4 z_c;$$

$$W_4 = 1 * 9,81 * 4,5 * 2 = 88,3 \text{ кН};$$

$$W_5 = 1 * 9,81 * 0,83 * 1 = 8,14 \text{ кН};$$

$$W_{\text{взв.}} = \Sigma \rho_0 g H l_i z_c = 1 * 9,81 * 9,7 * 2,3 * 1 = 218,86 \text{ кН}; \quad (2.60)$$

$$W_{\phi.} = \Sigma s_i z_c = 147,5 \text{ кН};$$

$$y_c = \frac{l(a+2b)}{3(a+b)} = \frac{9,7 * (18,63 + 2 * 11,47)}{3(18,63 + 11,47)} = 4,5;$$

2.10.3. Тиск вітрових хвиль

На водозабірну споруду діє горизонтальна сила вітру, що також спричиняє невеликий тиск ($W_{\text{хв}}$), який розраховується за формулою:

$$W_{\text{хв}} = p_{\text{хв}} * \left(H + \frac{\eta}{2} \right) z_c; \quad (2.61)$$

$$W_{\text{хв}} = 1,13 * \left(4,5 + \frac{0,06}{2} \right) * 1 = 5,1 \text{ кН};$$

де відстань по ординаті для діючої сили визначається:

$$p_{\text{хв}} = 0,5 * \rho_{\text{в}} h_{1\%}^2 (1 - 2 \cos^2 \omega \tau); \quad (2.62)$$

$\bar{\lambda}$ – хвиливе число $\bar{\lambda} = 2\pi / \bar{\lambda}_{\text{ср}}$;

$\bar{\lambda}_{\text{ср}} = 4,4 \text{ м.}$ – розрахункова середня довжина хвилі;

$h_{1\%} = 0,41 \text{ м.}$ – висота хвилі 1% забезпеченості;

$H = \text{НПР} - \text{ДНО} = 124,5 - 120,0 = 4,5 \text{ м.}$ – глибина води перед водозливом;

ω – кругова частота хвилі, 1/с;

τ – розрахунковий момент часу, с;

$$\cos \omega \tau = \frac{\bar{\lambda}_{\text{ср}}}{\pi * h_{1\%} * (8\pi * \frac{H}{\bar{\lambda}_{\text{ср}}} - 3)} = \frac{4,4}{3,14 * 0,41 * (8 * 3,14 * \frac{4,5}{4,4} - 3)} = 0,15; \quad (2.63)$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							45
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2 \cdot 3,14}{4,4} = 1,43; \quad (2.64)$$

η – підвищення вільної поверхні хвилі над розрахунковим рівнем води;

$$\eta = h_{1\%} * \cos \omega t + \frac{K h_{1\%}^2}{2} \cos^2 \omega t = 0,41 * 0,15 + \frac{1,43 * 0,41^2}{2} * 0,15^2 = 0,06 \text{ м}; \quad (2.65)$$

Відстань по ординаті для діючої сили:

$$p_{\text{хв}} = 0,5 * 1 * 9,81 * 1,43 * 0,41^2 (1 - 2 * 0,15^2) = 1,13 \text{ кПа}; \quad (2.66)$$

Координата по осі абсцис (тобто відстань від дна до точки дії сили):

$$y_{\text{хв}} = 0,5 \left(H + \frac{\eta}{2} \right) = 0,5 * \left(4,5 + \frac{0,06}{2} \right) = 2,27 \text{ м}; \quad (2.67)$$

2.10.4. Тиск наносів

Епюра для тиску наносів у верхнього б'єфі має вигляд трикутника висота якого рівна висоті шару наносів $h_{\text{нан}}$, і ординатою в основі $p_{\text{нан}}$, значення для якої розраховується за формулою:

$$p_{\text{нан.}} = (\rho_{\text{нан}}^{\text{нан}} - \rho) * g h_{\text{нан}} z_c = (1,6 - 1) * 9,81 * 1 * 1 = 5,89 \text{ кН}; \quad (2.68)$$

$\rho_{\text{нан}}^{\text{нан}} = 1,6$ – щільність ґрунту наносів, насичених водою, т/м³.

$h_{\text{нан}} = \text{РМО} - \text{ДНО} = 121,0 - 120,0 = 1,0 \text{ м.}$ – висота наносів;

Сила тиску наносів по осі ординат $E_{\text{н}}$, кН:

$$E_{\text{н}} = 0,5 * p_{\text{нан.}} * h_{\text{нан}} = 0,5 * 5,89 * 1 = 2,95 \text{ кН}; \quad (2.69)$$

Сила тиску наносів по осі абсцис:

$$P_{\text{н}} = (\rho_{\text{нан}}^{\text{нан}} - \rho) g s_4 z_c; \quad (2.70)$$

$$P_{\text{н}} = 0,6 * 9,81 * 2 * 1 = 11,77 \text{ кН};$$

2.10.5. Сили тиску ґрунту

Також на водоскидну споруду буде діяти сила активного тиску ґрунту $E_{\text{а}}$, товщина якої $h_{\text{гр}}$. Епюри дії цієї сили приймають форму трапеції.

Верхню та нижню координати епюри по осі ординат визначаємо за відповідними формулами:

$$p_{\text{а1}} = \gamma_{\text{н.зв}} * h_{\text{нан}} * tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_{\text{н}}}{2} \right) = 2,1 * 1 * tg^2 \left(45^\circ - \frac{18^\circ}{2} \right) = 1,57; \quad (2.71)$$

$$p_{\text{а2}} = (\gamma_{\text{гр.зв}} * h_{\text{гр}} + \gamma_{\text{н.зв}} * h_{\text{нан}}) * tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_{\text{гр}}}{2} \right) = (10,23 * 2,8 + 2,1 * 1) * tg^2 \left(45^\circ - \frac{20^\circ}{2} \right) = 29,7; \quad (2.72)$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							46
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$\gamma_{н.зв} = 2,1 \text{ кН/м}^3$ - питома вага наносів у зваженому стані;

Питома вага ґрунту у зваженому стані $\gamma_{гр.зв}$:

$$\gamma_{гр.зв} = (\rho_{гр}^{нас} - \rho_0) * g(1 - n) = (2,71 - 1) * 9,81 * (1 - 0,39) = 10,23; \quad (2.73)$$

$\rho_{гр}^{нас} = 2,71$ – щільність ґрунту в насиченому водою стані; $\varphi_n = 18^\circ$; $\varphi_{гр} = 20^\circ$;

Значення активної сили тиску ґрунту, що діє на секцію греблі, знаходиться за формулою:

$$E_a = \frac{p_{a1} + p_{a2}}{2} * h_{гр} * z_c = \frac{1,57 + 29,7}{2} * 2,8 * 1 = 43,8 \text{ кН}; \quad (2.74)$$

$$\gamma_{cE_a} = \frac{h_{гр}(p_{a1} + 2p_{a2})}{3(p_{a1} + p_{a2})} = \frac{2,8 * (1,57 + 2 * 29,7)}{3(1,57 + 29,7)} = 1,82; \quad (2.75)$$

Верхня координата сили пасивного тиску E_p ґрунту товщиною $h_{гр}$ на низову грань споруди:

$$p_{p1} = \gamma_{б.зв} * h_б * tg^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi_{гр}}{2} \right) = 14 * 0,4 * tg^2 \left(45^\circ + \frac{20^\circ}{2} \right) = 11,48; \quad (2.76)$$

$\gamma_{б.зв} = 14 \text{ кН / м}$ – питома вага бетону водою у зваженому стані.

Нижня ордината епюри пасивного тиску ґрунту:

$$p_{p2} = p_{p1} + \gamma_{гр.зв} * h_{гр} * tg^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi_{гр}}{2} \right) = 11,48 + 10,23 * 2,4 * tg^2 \left(45^\circ + \frac{20^\circ}{2} \right) = 61,6$$

Активну силу тиску ґрунту, що діє на секцію греблі, розраховуємо за форм :

$$E_p = \frac{p_{p1} + p_{p2}}{2} * h_{гр} * z_c = \frac{11,48 + 61,6}{2} * 2,4 * 1 = 87,7 \text{ кН}; \quad (2.77)$$

$$\gamma_{cE_a} = \frac{h_{гр}(p_{p1} + 2p_{p2})}{3(p_{p1} + p_{p2})} = \frac{2,4 * (11,48 + 2 * 61,6)}{3(11,48 + 61,6)} = 1,5;$$

Всі значення сил діючих навантажень на споруду зведемо в одну таблицю 5:

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							47
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Табл.5. Навантажень, що діють на греблю

Сила	Позначення	Вертикальна сила	Горизонтальна сила	Плече сили	Момент сили
Вага	G	877,3		0,57	+500,06
Тиск наносів	E_H		-2,95	3,1	-9,1
Наноси вертикальні	P_H	11,77		3,8	44,7
Гідростатичний тиск	W_1		-99,32	4,3	-427,1
	W_2		53,4	1,1	+58,74
	W_3		-125,9	1,4	-176,26
	W_4	88,3		3,8	335,54
	W_5	8,14		4,05	-33,0
Фільтраційний тиск	W_ϕ	-147,5		0,35	51,63
Зважуючий тиск	$W_{зв.}$	-218,86		0	0
Тиск ґрунту	E_a		-43,8	1,8	-78,84
	E_p		87,7	1,5	131,55
Тиск хвилі	$W_{хв.}$		-5,1	5,06	-25,8
Сума	Σ	N = 619,15	-134,97		372,06

2.11. Розрахунок стійкості греблі

За методом граничних станів визначаємо стійкість для однієї секції греблі. Розрахунок буде відбуватись за схемою плоского зсуву при горизонтальній площині зсуву, де узагальнені значення сили F та сили опору R знаходять за формулами:

$$F = W_{хв.} + W_1 + W_3 + E_H + E_a + E_p + W_2; \quad (2.78)$$

$$F = 5,1 + 99,32 + 125,9 + 0,8 + 10,62 = 134,97;$$

$$R = N * \tan \varphi_{гр} + \gamma_c^1 * E_p; \quad (2.79)$$

$$R = 619,15 * \tan 20^\circ + 0,7 * 87,7 = 286,7;$$

N – сума вертикальних складових розрахункових сил (включаючи протитиск);

$\varphi_{гр}$ – кут внутрішнього тертя ґрунту основи у водонасиченому стані;

γ_c^1 – коефіцієнт умов роботи, приймається рівним 0,7;

Для забезпечення стійкості греблі на зсув, повинна виконуватись умова:

$$k_s \geq [k_s] \quad (2.80)$$

k_s – коефіцієнт стійкості;

$[k_s]$ – допустиме значення коефіцієнта стійкості;

$$k_s = \frac{R}{F} = \frac{286,7}{134,97} = 2,12; \quad (2.81)$$

$$[k_s] = \frac{\gamma_n * \gamma_{lc}}{\gamma_c} = \frac{1,2 * 1}{1} = 1,2; \quad (2.82)$$

Отже перевіримо умову:

$k_s = 2,12 \geq [k_s] = 1,2$ – отже стійкість греблі на зсув забезпечена.

Стійкість основи греблі перевіряємо за співвідношенням :

$$k_{н.р.} = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}}; \quad (2.83) \quad \sigma_{max} = -\frac{N}{b_{гр}} + \frac{6M}{b_{гр}^2}; \quad (2.84)$$

$$\sigma_{max} = \frac{619,15}{9,7} - \frac{6 * 372,06}{9,7^2_{гр}} = -63,83 - 23,7 = -87,53;$$

$$\sigma_{min} = \frac{619,15}{9,7} + \frac{6 * 372,06}{9,7^2_{гр}} = -63,83 + 23,7 = -40,13;$$

$$k_{н.р.} = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}} = 2,18 < 3 \text{ – гребля є стійкою.}$$

РОЗДІЛ 3:
ВОДОЗАБІРНИЙ ВУЗОЛ

Консультант /Величко С.В./

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							50
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3.1. Гідравлічні розрахунки водозабірної споруди

Боковий водозабір – це споруда розташована під кутом менше 180° осі водойми і призначена для забору верхніх освітлених шарів потоку, з пропуском донних наносів через промивні галереї з верхнього в нижній б'єф. Даний водозабір повинен пропускати витрату $4 \text{ м}^3/\text{с}$, а промивні отвори $90 \text{ м}^3/\text{с}$.

Водозабірний вузол бокового типу складається із таких елементів: водоприймачі із наносозатримуючими галереями, промивних отворів та водозливної бетонної греблі. Було запроєктовано та розраховано основні розміри водоприймаючої конструкції та промивних отворів.

Повна довжина річки 64 м. , розрахуємо її похил (i):

$$i = \frac{\Delta H}{l}; \quad (3.1)$$

$$i = \frac{1}{64} = 0,0156 \text{ м. – похил річки на один метрі;}$$

Розрахунки:

Визначаємо порогову відмітку водозабору ГрВ:

$$\text{ГрВ} = \text{НПР} - h_{\text{ст}}; \quad (3.2)$$

де $h_{\text{ст}} = 1 \text{ м.}$ – розрахунковий розмір водоприймального отвору;

$$\text{ГрВ} = 124,50 - 1,00 = 123,50 \text{ м;}$$

Напір після водоприймальних отворів:

$$h_{\text{п}} = H - 0,25; \quad (3.3)$$

$H = h_{\text{ст}}$ – глибина вікна;

Визначаємо ступінь підтоплення водозливу:

$$n = \frac{h_{\text{п}}}{H}; \quad (3.4)$$

$$n = \frac{0,75}{1} = 0,75 ;$$

$0,75 < 0,8$ – водозабір не затоплений;

$$h_{\text{п}} = 1 - 0,25 = 0,75 \text{ м;}$$

Ширина отворів не затопленого водозабору розраховується за формулою:

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							51
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$b = \frac{Q_{\text{взб}}}{\varepsilon * \varphi * \delta_6 * h_{\text{п}} * \sqrt{2g(H - h_{\text{п}})}}; \quad (3.5)$$

$\varphi = 0,9$ – коефіцієнт бокового стиснення;

$\varepsilon = 0,95$ – швидкісний коефіцієнт; .

$\delta_6 = 0,93$ – коефіцієнт втрат напору для бокового водозабору.

$$b = \frac{4}{0,9 * 0,95 * 0,93 * 0,75 * \sqrt{2 * 9,81(1 - 0,75)}} = 3,029 \text{ м};$$

Для пропуску витрати на водозабір приймається кількість пропускних отворів не менше 2:

Тоді $3,029/2 = 1,51$ м. – приймаємо 2 отвори стандартної ширини два метри.

Проводимо уточнення коефіцієнту бокового стиснення:

$$\varepsilon = 1 - 0,1 * N * a * \frac{H}{H + B}; \quad (3.6)$$

де $N = 4$ – кількість стискань;

B – ширина водозабірної фронт;

$$B = n * b + n_6 * t_6; \quad (3.7)$$

$$B = 2 * 2 + 1 * 1 = 5 \text{ м};$$

$n_6 = 1$ – кількість биків; $t_6 = 1$ м. – величина ширини бика;

$a = 0,7$ – коефіцієнт який залежить від форми бика (заокругленої форми);

$$\varepsilon = 1 - 0,1 * 4 * 0,7 * \frac{1}{1 + 5} = 0,953;$$

Уточнюємо швидкісний коефіцієнт:

$$\varphi_c = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\varphi^2} + \xi_{\text{реш}}}}; \quad (3.8)$$

$$\xi_{\text{реш}} = \beta \left(\frac{s}{a_1} \right)^{\frac{4}{3}} * \sin a; \quad (3.9)$$

φ_c – коефіцієнт швидкості з урахуванням решіток;

де $\beta = 1$ – коефіцієнт форми стрижнів;

$a_1 = 100$ мм. – відстань між стрижнями;

$s = 12$ мм. – ширина стрижня;

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							52
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$\alpha^\circ = 120^\circ$ – кут між віссю водозабору, та решітками;

$$\xi_{\text{реш}} = 1 * \left(\frac{12}{100}\right)^{\frac{4}{3}} * \sin 120^\circ = 0,059;$$

$$\varphi_c = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{0,95^2} + 0,059}} = 0,925 \approx 0,93;$$

Після уточнення коефіцієнтів проводимо розрахунок витрати, яку спроможний пропустити водозабір:

$$Q_{\text{взб}} = \varepsilon * \varphi_c * \delta_b * h_{\text{п}} * b * n * \sqrt{2g(H - h_{\text{п}})}; \quad (3.10)$$

$$Q_{\text{взб}} = 0,95 * 0,93 * 0,93 * 0,75 * 2 * 2 * \sqrt{2 * 9,81(1 - 0,75)} = 5,46 \text{ м}^3/\text{с};$$

Проводимо уточнення величини необхідного напору для пропуску водозабірної витрати:

$$H = \frac{1}{2g} * \left(\frac{Q_{\text{взб}}}{\varepsilon * \varphi_c * \delta_b * h_{\text{п}} * b * n}\right)^2 + h_{\text{п}}; \quad (3.11)$$

$$H = \frac{1}{2 * 9,81} * \left(\frac{4}{0,95 * 0,93 * 0,93 * 0,75 * 2 * 2}\right)^2 + 0,75 = 0,88 \approx 0,9 \text{ м};$$

Величина глибини в каналі прийме значення $0,9 - 0,25 = 0,65 \text{ м}$.

3.2. Розрахунок споруд гасіння енергії

Виконаємо перевірку на необхідність споруд гасіння енергії після проходження затворних отворів.

Відмітка порогу:

$$\Gamma_{\text{рв}} = 124,5 - 0,9 = 123,6 \text{ м}$$

Питомі витраті водозабору:

$$q = \frac{Q_{\text{взб}}}{n * b}; \quad (3.12)$$

$$q = \frac{4}{2 * 2} = 1 \text{ м}^3/\text{с};$$

Першу спряжену глибину знаходимо підбором з рівняння:

$$q = \varepsilon * \varphi_c * \delta * h'_c \sqrt{2g(H_0 - h'_c)}; \quad (3.13)$$

$h'_c = 0,41 \text{ м}$. – приймаємо наближене значення глибини;

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							53
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Після знаходження глибини у стисненому перерізі розраховуємо другу спряжену глибини:

$$h_c'' = \frac{h_c'}{2} * \left(\sqrt{1 + \frac{8aq^2}{gh_c'^3}} - 1 \right); \quad (3.14)$$

$a = 1,1$ – коефіцієнт кількості руху;

$$h_c'' = \frac{0,41}{2} * \left(\sqrt{1 + \frac{8 * 1,1 * 1^2}{9,81 * 0,41^3}} - 1 \right) = 0,56 \text{ м};$$

Проведемо перевірку на затоплення $h_c'' < h_{\text{п}}$, тоді за затворами утворюється затоплений гідравлічний стрибок;

$0,56 < 0,65 \text{ м.}$ – отже споруд гасіння енергії не потрібно.

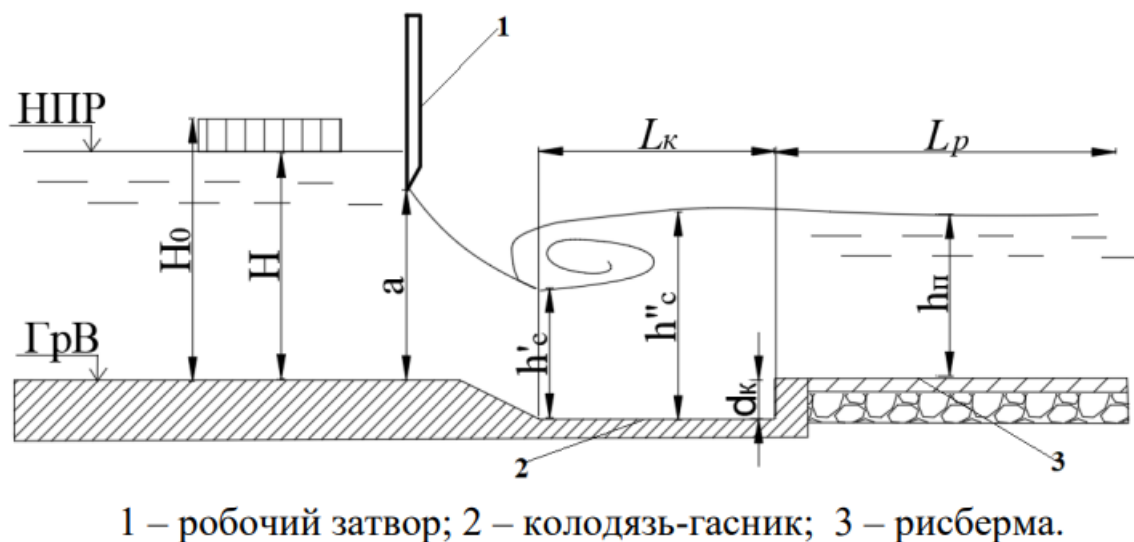


Рис. 16. Схема розрахунку споруд гасіння енергії

3.3. Розрахунок регулювання русла

Знаходимо довжину ділянки, яка потрібна для регулювання русла, після промивних отворів де проходить паводкова витрати $90 \text{ м}^3/\text{с}$.

$$B_y = \frac{2,6}{i^{0,2}} * \left(\frac{\sqrt{Q}}{\sqrt{g}} \right)^{0,4}; \quad (3.15)$$

$$B_y = \frac{2,6}{0,0156^{0,2}} * \left(\frac{\sqrt{90}}{\sqrt{9,81}} \right)^{0,4} = 9,31 \text{ м};$$

3.4. Розрахунок розмірів отворів для наносозатримуючих галерей

Під водоприймальними отворами водозабору накопичуються донні наноси, задля боротьби із з ними потрібно запроектувати наносозатримуючі галереї відповідно до кількості водоприймальних вікон. Висота повинна бути не менше 0,8 м, а витрати однієї галереї повинні складати від (0,5...1) витрати водозабору. З експлуатаційних міркувань безпеки ширина наносозатримуючих галерей повинна бути не менше 0,8 м. Режим роботи наносозатримувача – напірний.

Знаходимо витрату однієї промивної галереї:

$$Q_{\text{гал}} = \mu * \omega * \sqrt{2 * g * z_{\text{гал}}}; \quad (3.16)$$

ω – величина площі перерізу галерей;

$\mu = 0,7$ – коефіцієнт, який залежить від питомих витрат водозабору, приймаємо в наближенні ;

$z_{\text{гал}}$ – різниця між рівнями води б'єфів;

$$z_{\text{гал}} = \text{ФПР} - \text{РВНБ}_{0,5\%}; \quad (3.17)$$

$$z_{\text{гал}} = 125,5 - 121,38 = 4,12 \text{ м};$$

Знаходимо величину площі перерізу галереї:

$$\omega = \frac{Q_{\text{гал}}}{\mu * \sqrt{2 * g * z_{\text{гал}}}}; \quad (3.18)$$

$$\omega = \frac{1}{0,7 * \sqrt{2 * 9,81 * 4,12}} = 0,16 \text{ м}^2;$$

Площа галерей не задовольняє мінімальні розміри (0,64 м²) – тому приймаємо допустиме значення;

Після знаходження площі, проводимо уточнення коефіцієнту питомих витрат:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda \frac{l}{R} + \xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{пов.}}}}; \quad (3.19)$$

$\xi_{\text{вх}} = 0,5$; $\xi_{\text{пов}} = 0,42$ – коефіцієнти втрати напору на вхід та повороти;

R – гідравлічний радіус; $R = \frac{\omega}{x} = \frac{0,64}{2*(0,8+0,8)} = 0,2$;

$l_{\text{гал}} = 22,8 \text{ м.}$ – довжина галереї, визначається з плану;

λ – гідравлічний коефіцієнт тертя;

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							55
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$\lambda = 0,003 + \frac{1}{16 * \left(2 \lg \left(\frac{2 * R}{d_{cp}} \right) + 1,74 \right)^2}; \quad (3.20)$$

$$\lambda = 0,003 + \frac{1}{16 * \left(2 * \lg \left(\frac{2 * 0,2}{0,05} \right) + 1,74 \right)^2} = 0,007;$$

$d_{cp} = 0,05$ – середній діаметр наносів в місцевості проектування споруди;

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,007 * \frac{22,8}{0,2} + 0,5 + 0,42}} = 0,6;$$

Значення витрати промивної галереї:

$$Q_{гал} = 0,6 * 0,64 * \sqrt{2 * 9,81 * 4,12} = 3,45 \text{ м}^3/\text{с};$$

Швидкість води в промивних галереях повинна задовольняти умову (4...6 м/с):

$$v_{гал} = \frac{Q_{гал}}{\omega}; \quad (3.21)$$

$$v_{гал} = \frac{3,45}{0,64} = 5,4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{відповідає умові.}$$

3.5. Розрахунок промивних отворів

Промивні отвори – гідротехнічні споруди які служать для пропуску витрат під час паводку, часткового змиву наносів, регулювання рівнів води у водосховищі, скидання різного роду плаваючих тіл (невеликі колоди) та пропуску шуги в зимовий період. Кількість запроектованих отворів повинно бути не менше двох одиниць, вразі виходу із ладу одного інший зможе забезпечити проходження частини витрати.

Знаходимо ширину прольотів за формулою:

$$B_{отв} = \frac{Q_{0,5\%}}{\varepsilon * m * \sigma_{п} * H_0^{\frac{3}{2}} * \sqrt{2g}}; \quad (3.22)$$

$Q_{0,5\%}$ – витрата, яку повинені пропустити промивні отвори за завданням $90 \text{ м}^3/\text{с}$;

$\sigma_{п}$ – коефіцієнт підтоплення, який визначається із залежності $H_{п}/H_0$;

$m = 0,36$ – коефіцієнт витрати водозливу;

$\varepsilon = 0,97$ – коефіцієнт бокового стиснення в потоці;

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							56
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$H_{\Pi} = \text{РВНБ}_{0,5\%} - \text{Дно} = 121,38 - 120,00 = 1,38 \text{ м.}$ – рівень води в нижньому б'єфі;

H_0 – повний напір води, м;

Визначення напору H_0 проводиться за формулою:

$$H_0 = (\text{ФПР} - \text{Дно}) + \frac{a * v^2}{2g}; \quad (3.23)$$

$v = 1,5 \text{ м/с}$ – швидкість води під час проходження порогу водозливу; $a = 1,1$;

$$H_0 = (125,50 - 120,00) + \frac{1,1 * 1,5^2}{2 * 9,81} = 5,6 \text{ м};$$

$$\frac{H_{\Pi}}{H_0} = \frac{1,38}{5,6} = 0,25 < 0,8 - \text{є меншою допустимої тому приймаємо } \sigma_{\Pi} = 1;$$

$$B_{\text{отв}} = \frac{90}{0,97 * 0,36 * 1 * 5,6^{\frac{3}{2}} * \sqrt{2 * 9,81}} = 4,4 \text{ м};$$

Для забезпечення безперешкодного проходження витрати приймаємо 2 промивних отвори, шириною 3м кожен.

Після розрахунку ширини прольотів потрібно провести уточнення коефіцієнту бокового стиснення за ε :

$$\varepsilon = 1 - 0,1 * n * a * \frac{H_0}{B_{\text{отв}}}; \quad (3.24)$$

$$\varepsilon = 1 - 0,1 * 2 * 0,7 * \frac{5,6}{7} = 0,89;$$

$B_{\text{отв}}$ – ширина водоприймального фронту за формулою :

$$B_{\text{отв}} = 2 * 3 + 1 * 1 = 7 \text{ м.}$$

Визначаємо висоту на яку потрібно підняти щит із залежності:

$$Q_{0,5\%} = \varepsilon * \varphi * B_{\text{отв}} * a * h_{\text{щ}} * \sqrt{2 * g * (H - A * h_{\text{щ}})}; \quad (3.25)$$

a – коефіцієнт вертикального стиснення і приймається 0,65;

$A = 0,97 \text{ м.}$ – висота підняття затвора.

$$90 = 0,88 * 0,97 * 7 * 0,65 * h_{\text{щ}} * \sqrt{2 * 9,81 * (4,5 - 0,97 * h_{\text{щ}})};$$

$h_{\text{щ}} = 3,4 \text{ м.}$ – висота підняття щита.

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							57
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3.6. Розрахунки спряження б'єфів після промивних отворів

Після переходу бурного потоку в спокійний, утворюється гідравлічний стрибок. параметри якого потрібно визначити.

Розрахунок першої спряженої глибини для гідравлічного стрибка відбувається за формулою:

$$h'_c = \frac{q}{\varphi * \sqrt{2g * (\Phi_{\text{ПР}} - \text{Дно} - h'_c)}}; \quad (3.26)$$

$$q = \frac{Q_{0,5\%}}{n * b}; \quad (3.27)$$

$$q = \frac{90}{2 * 3} = 15 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} - \text{на один метр довжини};$$

$\varphi = 0,95$ – швидкісний коефіцієнт;

$$h'_c = \frac{15}{0,95 * \sqrt{2 * 9,81 * (125,50 - 120,00 - h'_c)}};$$

$h'_c = 2,4$ м. – 1-ша спряжена глибина;

Другу спряжену глибину знаходимо за формулою:

$$h''_c = \frac{2,4}{2} * \left(\sqrt{1 + \frac{8 * 1,1 * 15^2}{9,81 * 2,4^3}} \right) = 4,6 \text{ м};$$

Рівень води в нижньому б'єфі 1.38м, отже необхідні споруди гасіння енергії.

Визначаємо критичну глибину

$$h_{\text{кр}} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = 2,97; \quad (3.28)$$

$$\frac{h_{\text{п}}}{h_{\text{кр}}} = \frac{1,38}{2,97} = 0,46;$$

Довжина водобійного колодязя :

$$d_{\text{к}} = h_c'' - 1,2h_{\text{кр}} = 1,0 \text{ м}; \quad (3.29)$$

Довжина водобійного колодязя

$$L_{\text{к}} = 2,5(1,9h_c'' - h'_c) * 0,7 = 11,0 \text{ м}. \quad (3.30)$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							58
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3.7. Розрахуємо довжину рисберми

Рисберма – водопроникна частина кріплення річища каналу або річки (в межах водозабірної споруди), довжину якої визначають із залежності:

$$L_p = h_p * \left(\frac{v_{кр} - v}{0,34 * (v_{кр} - v_{доп})} \right)^{2,38}; \quad (3.31)$$

v – швидкість потоку в кінцевій точці рисберми $1,2 * v_{доп}$, м/с:

$v_{доп}$ – допустиме значення швидкості для ґрунтів з яких побудована основа каналу;

$v_{кр}$ – критична швидкість в кінцевій точці рисберми;

$$v_{кр} = \frac{q}{h_{кр}}; \quad (3.32)$$

$h_{кр}$ – критична глибина в точці кінця рисберми;

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}}; \quad (3.33)$$

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{1,1 * 15^2}{9,81}} = 2,93 \text{ м};$$

Критична швидкість:

$$v_{кр} = \frac{15}{2,93} = 5,1 \text{ м/с};$$

Підставляємо всі значення та знаходимо довжину рисберми:

$$L_p = 1,38 * \left(\frac{5,1 - 0,312}{0,34 * (5,1 - 0,26)} \right)^{2,38} = 17,5 \text{ м};$$

3.8. Понур

Понур – покриття дна перед водозабірною спорудою у верхньому б'єфі, яке перешкоджає потраплянню зовнішніх опадів, що дозволяє збільшити час фільтраційних процесів під самою спорудою, та запобігає швидкому розмиванню річища. Розміри понуру приймають відносно величини всієї водозливної споруди у вузькій частині 0,5м. Довжина понура дорівнює дві висоти НПР – дно = 2 (124,5–

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							59
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

– 120) = 9 м. В широкій частині 1,5 – 2 м. Товщина бетону під отворами $0,7 \cdot (\text{НПР} - \text{дно}) = 0,7 \cdot 4,5 = 3,4$ м;

Висота бика $3,4(h_{\text{ш}}) + 1,0 + h_3 = 3,4 \cdot 3,4 + 1 + 1 = 13,56$ м. $h_3 = 1$ м висота затвору.

3.9. Статичний розрахунок водозабірної споруди

Боковий водозабір є спорудою середнього рівня відповідальності СС2, тому споруда повинна забезпечуватись достатньою стійкістю. Для визначення стійкості проводяться статичні розрахунки на один погонний метр споруди для умов які є найменш вигідними.

3.9.1. Перевірка стійкості споруди на спливання

Для забезпечення стійкості на спливання, повинна виконуватись умова при якій:

$$\frac{K_1 * (G_k + 0,5 * G_k) + 0,5 * K_2 * T}{K_3 * A_{1\%10\%}} \geq k_H; \quad (3.34)$$

K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти перевантаження 1,05 , 1,2 , 1,0;

$k_H = 1,2$ – мінімальне нормативне значення коефіцієнту стійкості споруди класу відповідальності СС2;

G_k – власна вага бетону водозабірної споруди;

$$G_k = g * \rho_6 * V; \quad (3.35)$$

V – об'єм бетону на один погонний метр, $V = S$;

$S = 32,07 \text{ м}^2$. – площа бетону визначена з креслення на Листі 3:

$\rho_6 = 2,4 \text{ т/м}^3$ – густина бетону;

$$G_k = 9,81 * 2,4 * 32,07 = 755,06 \text{ кН};$$

$A_{1\%10\%}$ – зважуюча сила Архімеда;

$$A_{1\%10\%} = \rho_o * V * g; \quad (3.36)$$

$$A_{1\%10\%} = 1 * 32,02 * 9,81 = 314,61 \text{ кН};$$

T – сила тертя;

$$T = f_0 * U_H * H_K; \quad (3.37)$$

$U_H = 1 * 2 = 2$ м. – ширина водоприймача;

$H_K = 4,7$ м. – глибина занурення основи від дна;

$f_0 = 33 \text{ кН/м}^3$ – питома сила тертя в залежності від ґрунту (пісок гравелистий);

$$T = 33 * 2 * 4,7 = 310,2 \text{ кН};$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							60
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Величина коефіцієнту стійкості:

$$\frac{1,05 * (755,06 + 0,5 * 755,06) + 0,5 * 1,2 * 310,2}{1 * 314,61} \geq 1,2;$$

4,37 > 1,2 – розрахований коефіцієнт стійкості є більши нормативного значення тому можна зробити висновок, що стійкість споруди на спливання забезпечена;

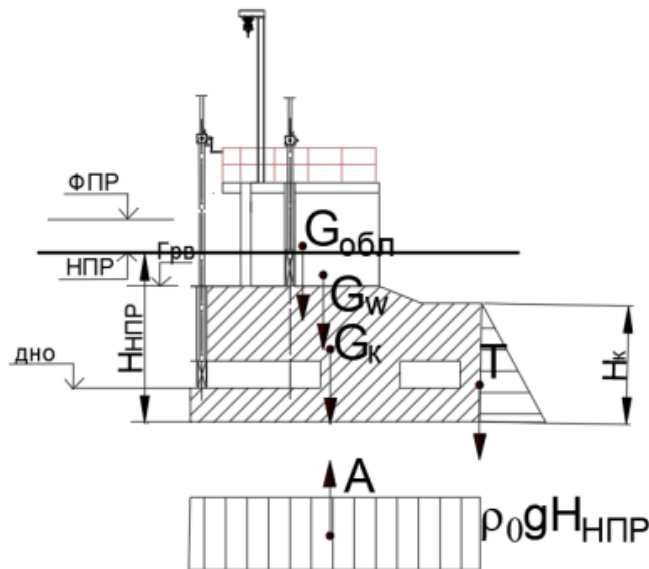


Рис. 17. Загальна схема розрахунку бокового водозабору на спливання

3.9.2. Перевірка споруди на зсув.

Стійкість водозабірної споруди на зсув виконується за умови:

$$\frac{T_{\Pi} * R_{\Pi} * 2 * T_c}{R_a} \geq K_H; \quad (3.38)$$

T_{Π} – повна сила тертя;

$$T_{\Pi} = 1,7 * f_6 * K_1 * (G_k + 0,5 * G_k) - f_6 * K_3 * A_{1\%10\%}; \quad (3.39)$$

$f_6 = 0,5$ – коефіцієнт тертя в залежності бетону при зсуві в залежності від ґрунту;

$$T_{\Pi} = 1,7 * 0,5 * 1,05 * (755,06 + 0,5 * 755,06) - 0,5 * 1 * 314,61 = 853,53 \text{ кН};$$

R_{Π} – сила пасивного тиску ґрунту;

$$R_{\Pi} = \frac{\mu_{\Pi} * K_2 * \rho_{зв} * g * h_{\Gamma}^2}{2}; \quad (3.40)$$

μ_{Π} – коефіцієнт сили пасивного тиску; $\rho_{зв} = 2 \text{ т/м}^3$ – густина зваженого у воді ґрунту;

$$\mu_{\Pi} = tg^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right); \quad (3.41)$$

$\varphi = 53^\circ, 30^\circ$ – кут внутрішнього тертя пасивного і активного відповідно;

							Лист
							61
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	

$$\mu_{\Pi} = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ + \frac{53^\circ}{2}\right) = 3;$$

$h_{\Gamma} = 2,7$ м. – відстань від нижньої точки промивних отворів до дна фундаменту;

$$R_{\Pi} = \frac{3 * 1,2 * 2 * 93 * 2,7^2}{2} = 275,45 \text{ кН};$$

Знаходимо силу активного тиску:

$$R_a = \frac{\mu_a * K_2 * \rho_{зв} * g * H_K^2 * L_H}{2}; \quad (3.42)$$

$$\mu_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ + \frac{30^\circ}{2}\right) = 0,3;$$

$$R_a = \frac{0,3 * 1,2 * 2 * 9,81 * 4,7^2 * 11}{2} = 858,14 \text{ кН};$$

$R_{\Gamma p}$ – рівнодіюча сила тиску ґрунту на бічні стінки;

$$R_{\Gamma p} = \mu_a * K_2 * \rho_{зв} * g * L_H * \frac{H_K}{2}; \quad (3.43)$$

$$R_{\Gamma p} = 0,3 * 1,2 * 2 * 9,8 * 11 * \frac{4,7}{2} = 182,58 \text{ кН};$$

$$T_c = R_{\Gamma p} * f_6 = 26,1 * 0,5 = 91,29 \text{ кН}; \quad (3.44)$$

T_c – тертя бокових стінок;

$$\frac{853,53 * 275,45 * 2 * 91,29}{858,14} \geq 1,2;$$

$1,4 \geq 1,2$ – отже споруда стійка на зсув;

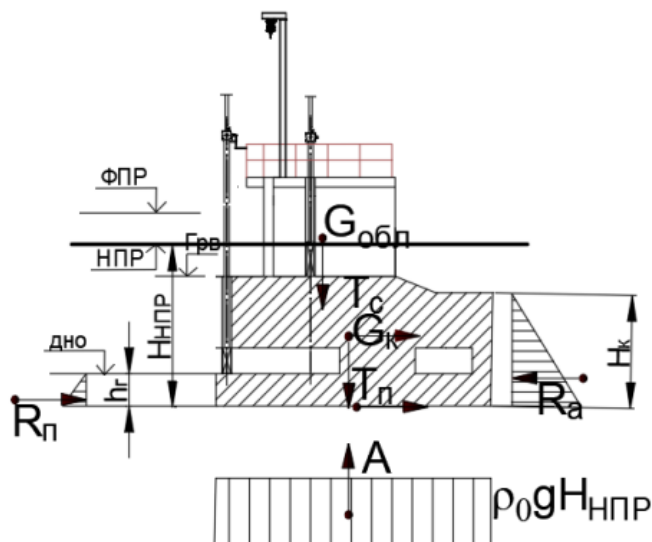


Рис.18 . Загальна схема для статичного розрахунку бокового водозабору на зсув

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							62
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4:
ЗОВНІШНІ МЕРЕЖІ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА

Консультант /Величко С.В./

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							63
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

4.1.Визначення розрахункових витрат води

Для того, щоб правильно запроектувати мережу водопостачання потрібно знати витрати води населення за добу в місті. В місті проживає 18000 тисяч осіб, з яких у першому районі 6000, а у другому 12000 та працюють три підприємства.

4.1.1. Витрати води для населення

Розрахунок витрати води в місті починається з визначення водоспоживання населення табл. 6.

Для обох районів міста для якого виконується водопостачання, визначаємо витрату за добу на господарсько-питні потреби (середню за рік):

$$Q_{\text{доб.ср}} = \frac{N * q_{\text{ж}}}{1000}; \quad (4.1)$$

N – кількість осіб, які проживають в районі;

$q_{\text{ж}}$ – водогосподарське споживання населення, яке залежить від ступеня благоустрою житлової зони;

$q_{\text{ж1}} = 110 \text{ л/ос} * \text{добу}$ – без гарячого централізованого водопостачання;

$q_{\text{ж2}} = 235 \text{ л/ос} * \text{добу}$ – водопостачання з використанням місцевих водонагрівачів;

Господарсько-питні витрати для добив найбільшого і найменшого водоспоживання:

$$Q_{\text{доб.тах}} = K_{\text{доб.тах}} * Q_{\text{доб.ср}}; \quad (4.2)$$

$$Q_{\text{доб.мін}} = K_{\text{доб.мін}} * Q_{\text{доб.ср}}; \quad (4.3)$$

$K_{\text{доб.тах}} = 1,1 - 1,3$ і $K_{\text{доб.мін}} = 0,7-0,9$ – коефіцієнт, який враховує нерівномірність витрати води протягом доби;

Табл. 6

Водоспоживання населення міста

Райони міста	N, осіб	$q_{\text{ж}}$, л/ос.добу	$Q_{\text{доб.ср}}$, м3/добу	$K_{\text{доб.тах}}$	$Q_{\text{доб.тах}}$, м3/добу	$K_{\text{доб.мін}}$	$Q_{\text{доб.мін}}$, м3/добу
I	6000	110	660	1.1	726	0.7	462
II	12000	235	2820	1.1	3102	0.7	1974
Разом	18000	-	3480	-	3828	-	2436

4.1.2. Витрати води на підприємствах

У місті працюють три підприємства, які використовують воду для виробництва: хлібозавод, м'ясокомбінат, ковбасна фабрика. Витрати води розділяють на витрати, які споживає підприємство для виготовлення своєї продукції (табл. 7) та господарсько-питні та прийняття душу робітниками (табл. 8).

Табл.7					
Водоспоживання на виробничі потреби підприємства					
Назва підприємства	№ зміни	Одиниця продукції	q_v , м3/од	$N_{\text{прод}}$, од./зміну	Q_v , м3/зміну
Хлібозавод	1	Т	3,1	350	1085
	2			150	465
	3			150	465
	разом	-	-	650	2015
М'ясокомбінат	1	Т	16	130	2080
	разом	-	-	130	2080
Ковбасна фабрика	1	Т	27	90	2430
	2			70	1890
	разом	-	-	160	4320

q_v – витрата води на одиницю виготовленої продукції;

$N_{\text{прод}}$ – кількість виготовленої продукції за робочу зміну;

Q_v – кількість витраченої води на виготовлення продукції зі цілу робочу зміну;

В кожному підприємстві максимальну кількість продукції робітники виготовляють протягом першої робочої зміни (максимальна зміна).

Господарсько-питні витрати води для підприємств визначають в залежності від того, від типу цеху де виготовляється продукція:

$q_{\Gamma} = 45$ л/особу – в гарячих цехах; $q_x = 25$ л/особу – в холодних цехах;

N – число робітників на підприємстві за зміну; N_{Γ}, N_x – відповідно в гарячих і холодних цехах;

$N_{\text{душ}}$ – кількість людей які приймають душ в кінці зміни, знаходиться за відсотковим відношенням для кожного типу підприємств окремо;

$Q_{\text{душ}}$ – витрати води для прийняття душу;

Табл. 8												
Водоспоживання на господарсько-питні потреби підприємства та прийняття душу												
№ підприємства	№ зміни	N, ос.	Гарячі цехи			Холодні цехи			Q _{г.п.} , м3/зм.	Прийняття душу		
			N _г , осіб	q _г , л/ос.	Q _г , м3/зм.	N _х , осіб	q _х , л/ос.	Q _х , м3/зм.		N _{душ} , осіб	q _{душ} , л/ос.зм	Q _{душ} , м3/зм
1	1	90	68	45	3,06	22	25	0,55	3,61	32	53,5	1,72
	2	70	53		2,39	17		0,43	2,82	26		1,4
	3	70	53		2,39	17		0,43	2,82	26		1,4
	Разом	230	174	-	7,84	56	-	1,41	9,25	84	-	4,22
2	1	460	138	45	6,21	322	25	8,05	14,26	345	75	25,9
	Разом	460	138	-	6,24	322	-	8,05	14,26	345	-	25,9
3	1	100	30	45	1,35	70	25	1,75	3,1	55	53,5	2,94
	2	80	24		1,08	56		1,4	2,48	44		2,35
	Разом	180	54	-	2,43	126	-	3,15	5,58	99	-	5,29
Разом	-	870	366	-	16,48	504	-	12,61	29,09	528	-	35,41

4.1.3. Витрати води на полив

Витрата, яка використовується для поливу вулиць та зелених насаджень знаходиться за таблицею 9. Так як відсутні конкретні площі для яких потрібно використовувати цю витрату, тоді її значення буде залежати від кількості осіб, які проживають в місті та клімату який переважає в районі.

Табл. 9			
Витрати води на полив вулиць та зелених насаджень			
Райони міста	Кількість населення, осіб	Питомі витрати води, л/ос.добу	Витрата води, м3/добу
I	6000	40	240
II	12000	40	480
Разом	18000	-	720

4.1.4. Витрати на пожежогасіння

Витрату на пожежогасіння розраховуємо для двох одночасних пожеж, які можуть відбуватися в місті.

$$Q_{\text{пож.}} = 15 \text{ л/с} - \text{на одну пожежу, для двох } Q_{\text{пож.}} = 30 \text{ л/с.}$$

Всі вище розраховані витрати за розділами зводимо в таблицю 10 для доби середнього, максимального і мінімального водоспоживання міста.

4.1.5. Баланс добового водоспоживання міста

Табл. 10.				
Витрата води, м3/добу				
№	Споживачі	середньодобове водоспоживання	доба максимального водоспоживання	доба мін. водоспож.
1	Населення I району	660	726	462
	Невраховані витрати	66	72,6	46,2
	Разом	726	798,6	508,2

2	Населення II району	2820	3102	1974
	Невраховані витрати	282	310,2	197,4
	Разом	3102	3412,2	2174,4
3	Підприємство №1			
	Виробничі потреби	2015	2015	2015
	Господарсько-питні	9,25	9,25	9,25
	Душові	4,22	4,22	4,22
	Разом	2028,47	2028,47	2028,47
4	Підприємство №2			
	Виробничі потреби	2080	2080	2080
	Господарсько-питні	14,26	14,26	14,26
	Душові	25,9	25,9	25,9
	Разом	2120,16	2120,16	2120,16
5	Підприємство №3			
	Виробничі потреби	4320	4320	4320
	Господарсько-питні	5,58	5,58	5,58
	Душові	5,29	5,29	5,29
	Разом	4330,87	4330,87	4330,87
6	полив вулиць та зелених насаджень			
	I район	120	240	-
	II район	240	480	-
	Разом	360	720	-
		12667,5	13410,3	11159,1

4.2. Визначення погодинних витрат води

Витрата води в місті в кожну годину є різними тому для розрахунку цих погодинних витрат, потрібно знайти коефіцієнти максимального водоспоживання для кожного району. Всі витрати виробництв приймаються рівномірними протягом усієї зміни (початок першої зміни о 8 годині), душ приймається 45 хвилин після закінчення робочої зміни:

$$K_{г.мах} = a_{мах} * b_{мах}; \quad (4.4)$$

$a_{мах1,2} = 1,2$ і $1,4$ – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою в будинках, режими роботи підприємств та інші умови місцевості;

$b_{мах1,2} = 1,4$ і $1,28$ – коеф. який враховує кількість осіб що проживають у районі;

$$K_{г.мах1} = 1,2 * 1,4 = 1,7;$$

$$K_{г.мах2} = 1,1 * 1,28 = 1,8;$$

Розраховуємо таблицю погодинного водоспоживання міста та будуємо графік водоспоживання за 22 стовпцем таблиці 11.

Табл.11

Погодинні витрати																					
Години доби	Населення I району		Населення II району		Разом	Підприємство №1				Підприємство №2				Підприємство №3				Разом	Полив		Q міста
	% від Q доб.мах	витрага, м3/год.	% від Q доб.мах	витрага, м3/год.		виробничі	госп.п.тні	душові	разом	виробничі	госп.п.тні	душові	разом	виробничі	госп.п.тні	душові	разом		I район	II район	
0-1	1	7,986	0,9	30,709	38,6958	58,13	0,35	1,4	59,88							2,35	2,35	100,92	24	48	172,9258
1-2	1	7,986	0,9	30,709	38,6958	58,12	0,35		58,47								0	97,165	24	48	169,1658
2-3	1	7,986	0,9	30,709	38,6958	58,13	0,35		58,48								0	97,175	24	48	169,1758
3-4	1	7,986	1	34,122	42,108	58,12	0,35		58,47								0	100,57	24	48	172,578
4-5	2	15,972	1,35	46,064	62,0367	58,13	0,35		58,48								0	120,51	24	48	192,5167
5-6	3	23,958	3,85	131,36	155,3277	58,12	0,35		58,47								0	213,79	24	48	285,7977
6-7	5	39,93	5,2	177,43	217,3644	58,13	0,36		58,49								0	275,85			275,8544
7-8	6,5	51,909	6,2	211,55	263,4654	58,12	0,36		58,48								0	321,94			321,9454
8-9	6,5	51,909	5,5	187,71	239,58	135,63	0,45	1,4	137,48	260	1,78		261,78	303,75	0,38		304,13	942,97			942,97
9-10	5,5	43,923	5,85	199,61	243,5367	135,62	0,45		136,07	260	1,78		261,78	303,75	0,38		304,13	945,51			945,5167
10-11	4,5	35,937	5	170,61	206,547	135,63	0,45		136,08	260	1,78		261,78	303,75	0,38		304,13	908,53			908,537
11-12	5,5	43,923	6,5	221,79	265,716	135,62	0,45		136,07	260	1,78		261,78	303,75	0,38		304,13	967,69			967,696
12-13	7	55,902	7,5	255,91	311,817	135,63	0,45		136,08	260	1,78		261,78	303,75	0,38		304,13	1013,8			1013,807
13-14	7	55,902	6,7	228,61	284,5194	135,62	0,45		136,07	260	1,78		261,78	303,75	0,38		304,13	986,49			986,4994
14-15	5,5	43,923	5,35	182,55	226,4757	135,63	0,45		136,08	260	1,79		261,79	303,75	0,38		304,13	928,47			928,4757
15-16	4,5	35,937	4,65	158,66	194,6043	135,62	0,46		136,08	260	1,79		261,79	303,75	0,44		110,41	922,71			896,6643
16-17	5	39,93	4,5	153,54	193,479	58,12	0,35	1,42	59,89					236,25	0,31	2,94	56,43	451,17			518,769
17-18	6,5	51,909	5,5	187,67	239,58	58,13	0,35		58,48					236,25	0,31		55,33	511,53			534,62
18-19	6,5	51,909	6,3	214,96	266,8776	58,12	0,35		58,47					236,25	0,31		55,33	567,1			561,9076
19-20	5	39,93	5,35	182,55	222,4827	58,13	0,35		58,48					236,25	0,31		55,33	501,1			517,5227
20-21	4,5	35,937	5	170,61	206,547	58,12	0,35		58,47					236,25	0,31		55,33	476,75	24	48	573,577
21-22	3	23,958	3	102,36	126,324	58,13	0,35		58,48					236,25	0,31		55,33	337,6	24	48	493,364
22-23	2	15,972	2	68,244	84,216	58,12	0,36		58,48					236,25	0,31		55,33	268,03	24	48	451,256
23-24	1	7,986	1	34,122	42,108	58,13	0,36		58,49					236,25	0,31		55,33	198,45	24	48	409,158
Всього	100	798,6	100	3412,2	4210,8	2015	9,25	4,22	2028,47	2080	14,26	25,9	2120,16	4320	5,58	5,29	1327,02	13385,8	240	480	13410,3

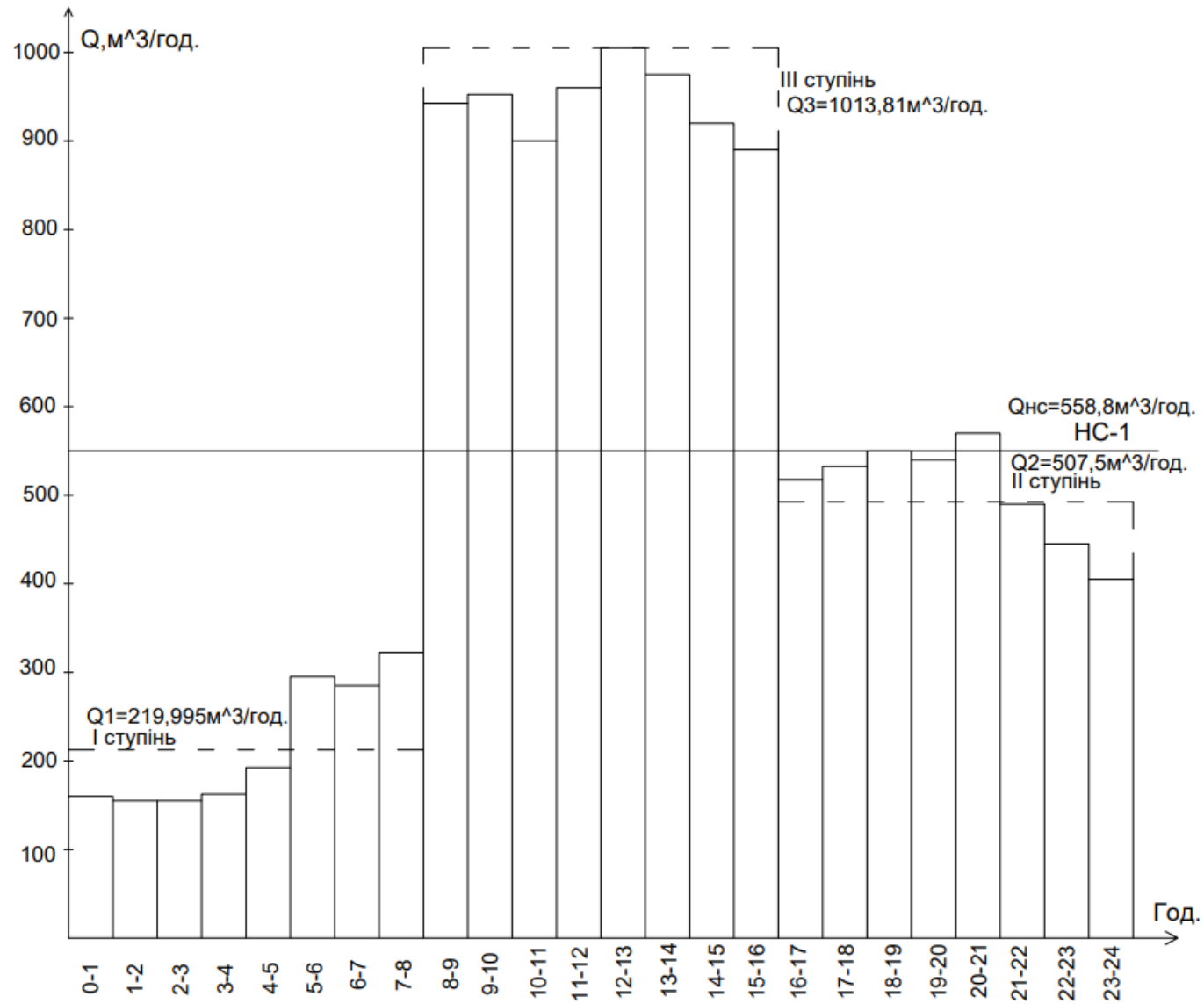


Рис. 19. Графік водоспоживання сумарних витрат протягом доби

Табл. 12			
Подача насосів на насосних станціях			
Насосна станція	Тривалість роботи насосів, год.	Витрати, $m^3/год$	Подача, $m^3/год$
НС- II 1 ступінь	8	219,995	1759,96
НС- II 2 ступінь	8	507,5218	4060,174
НС- II 3 ступінь	8	948,7708	7590,166
НС- I	24	558,76	13410,3

4.3. Розробка схеми водопровідної мережі

В даному проекті мережі водопостачання була використана безбаштова схема з контр-резервуаром та прокладанням магістральних трубопроводів паралельними один одному, які приєднуються до одного початкового вузла.

Мережа міста утворюється із таких елементів: магістральні лінії, розподільні лінії, та магістральні вузли. На генплані міста була запроектована чотирьох кільце мережа водопостачання, де діаметри трубопроводів у лініях розподілення приймаються конструктивно.

Вузлові точки для схеми водопостачання призначаються в місцях пересікання магістральних трубопроводів, підключення підприємств. Відстань між ними не повинні перевищувати 1500 метрів. В місцях де трубопроводи долають перешкоду у вигляді річки або в місці підвищеної навантаженості (залізна дорога) влаштовуються переходи дюкери.

4.4. Визначення місткості регулюючої споруди

Об'єм регулюючої споруди знаходимо методом суміщення графіків на основі таблиць 11 і 12.

Табл. 13					
Визначення регулюючого об'єму РЧВ					
Години доби	Q міста, $m^3/год$	Q н.с.П, $m^3/год$	q у РЧВ, $m^3/год$	q із РЧВ, $m^3/год$	W у РЧВ, m^3
0-1	558,763	219,995	338,768		338,768
1-2	558,763	219,995	338,768		677,536
2-3	558,763	219,995	338,768		1016,304
3-4	558,763	219,995	338,768		1355,072
4-5	558,763	219,995	338,768		1693,84
5-6	558,763	219,995	338,768		2032,608
6-7	558,763	219,995	338,768		2371,376
7-8	558,763	219,995	338,768		2710,144
8-9	558,763	948,771		-390,008	2320,136
9-10	558,763	948,771		-390,008	1930,128

10-11	558,763	948,771		-390,008	1540,12
11-12	558,763	948,771		-390,008	1150,112
12-13	558,763	948,771		-390,008	760,104
13-14	558,763	948,771		-390,008	370,096
14-15	558,763	948,771		-390,008	-19,912
15-16	558,763	948,771		-390,008	-409,92
16-17	558,763	507,522	51,241		-358,679
17-18	558,763	507,522	51,241		-307,438
18-19	558,763	507,522	51,241		-256,197
19-20	558,763	507,522	51,241		-204,956
20-21	558,763	507,522	51,241		-153,715
21-22	558,763	507,522	51,241		-102,474
22-23	558,763	507,522	51,241		-51,233
23-24	558,763	507,522	51,241		0,008
Разом	13410,31	13410,3	0,008		

Знаходимо повний об'єм РЧВ за формулою:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{рег,р}} + W_{\text{пож,р}} + W_{\text{в.п}}; \quad (4.5)$$

де $W_{\text{в.п}}$ – запас води який потрібен станції підготовки води для власного використання; $W_{\text{пож,р}}$ – запас води на пожежогасіння;

$$W_{\text{пож,р}} = T_{\text{п}} * (3,6 * q_{\text{п}} - Q_1) + W_{\text{госп}}; \quad (4.6)$$

$T_{\text{п}} = 3$ год. – нормативний час для гасіння пожежі; $q_{\text{п}}$ – витрата води на гасіння;

Q_1 – витрата, яку подає насос; $W_{\text{госп}}$ – об'єм води, що споживається за три суміжні години найбільшого годинного водоспоживання;

$$W_{\text{госп}} = 1013,807 + 967,696 + 9,86,4994 = 2968,0024 \text{ м}^3;$$

$$W_{\text{рег,р}} = 2710,144 + 409,92 = 3120,064 \text{ м}^3/\text{год};$$

Підставляємо розраховані значення в ф. 4.6:

$$W_{\text{пож,р}} = 3 * (3,6 * 30 - 558,763) + 2968,0024 = 1615,71 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$W_{\text{рчв}} = 3120,064 + 1615,71 + 4670,515 = 5406,29 \text{ м}^3;$$

Приймаємо споруди РЧВ прямокутної форми місткістю 3000 м^3 кожен з типовими розмірами: довжина – 27 м; ширина – 24 м; глибина води – 4,84 м.

4.5. Визначення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж на та секундних витрат води.

Для запроектованої схеми водопостачання міста з контррезервуаром виконується дві перевірки розрахункових режимів: години максимального

водовідбору з мережі (година 8-9 з табл. 11); та пожежі при максимальному водовідборі.

Для того аби провести гідравлічний розрахунок магістральної водопровідної мережі, потрібно витрати на всі потреби в годину максимального водоспоживання перевести з годинних у секундні поділивши їх на 3,6 та занести результат розрахунків в таблицю 14:

Табл. 14								
Визначення розрахункових секундних витрат води;								
Розмір.	қнас.І	қнас.ІІ	қпідп.І	қпідпр.2	қпідпр.3	қпол.І	қпол.2	Всього
Година максимального водоспоживання								
м3/год	55,90	255,92	136,08	261,78	304,13	-	-	1013,8
л/с	15,53	71,08	37,8	72,72	84,48	-	-	281,61

Із таблиці 13. вибираємо потрібні нам значення для визначення секундних витрат живлення мереди для двох режим. Заносимо ці дані в таблицю 15. При може башту вважаємо відключеною.

Табл. 15			
Секундні витрати живлення мережі			
Одиниця	Режим	Водоспоживання	Подача насосів
м3/год	Мах	1013,81	1013,81
л/с		281,61	281,61
м3/год	Мах+пож.	1121,8	1121,8
л/с		311,61	311,61

4.6. Визначення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж на та секундних витрат води.

Визначаємо для кожного з районі фактичну та розрахункову довжину всіх ділянок мережі, які обмежуються вузлами та знаходимо суму всіх довжин та дорожніх втрат по району. Довжини вимірюємо за планом та вносимо в таблицю 16.

Табл. 16			
Визначення дорожніх витрат			
Ділянка	Фактична довжина, м	Розрахункова довжина, м	$q_{д.мах}, л/с$
І район			
3-4	840	840	2,17
4-5	710	710	1,83
5-6	830	830	2,14
6-7	1030	1030	2,66
7-8	1190	1190	3,07

5-8	280	280	0,71
8-9	520	520	1,34
3-9	1250	625	1,61
Разом	6650	6025	15,53
II район			
1-2	520	520	7,1
2-3	870	870	12
1-11	700	700	9,6
11-10	660	660	9,08
10-9	740	740	10,2
2-10	1050	1050	14,5
3-9	1250	625	8,6
Разом	5790	5165	71,08
Всього	12440	11190	86,61

Для розрахункових режимів знаходимо вузлові витрати, які обчислюються як пів-сума дорожніх втрат які прилягають до даного вузла:

$$q_{д.мах} = \frac{\Sigma q_{п}}{2}; \quad (4.7)$$

Для ділянки, яка розташована на межі районів. визначають як суму дорожніх втрат які потрапляють з обох районів.

Розраховані вузлові витрати заносимо до таблиці 17:

Табл. 17					
Визначення вузових відборів					
№ вузла	мах			мах+пож	
	qвузл, л/с	Qпідпр., л/с	Qвузл, л/с	qпож, л/с	Qвузл, л/с
1	8,35	84,48	92,83	-	92,83
2	16,8	-	16,8	-	16,8
3	12,19	-	12,19	-	12,19
4	2,0	37,7	39,8	-	39,8
5	2,34	-	2,34	-	2,34
6	2,4	-	2,4	15	17,4
7	2,865	72,72	75,585	15	90,585
8	2,56	-	2,56	-	2,56
9	10,875	-	10,875	-	10,875
10	16,89	-	16,89	-	16,89
11	9,34	-	9,34	-	9,34
Разом	86,61	195	281,61	30	311,61

За таблицями Шевелева, підбираємо діаметри, швидкості та 1000i.

Табл. 18.									
Ділянка	max.				max.+ пож.				Дпр.
	q	V	D	1000i	q	V	D	1000i	
НС-1	140,805	1,45	350	8,7	155,805	1,6	350	10,6	350
НС-1	140,805	1,45	350	8,7	155,805	1,6	350	10,6	350
1-2	85,43	1,21	300	6,26	100,43	1,42	300	8,41	300
2-3	83,14	1,18	300	5,96	98,14	1,39	300	8,06	300
1-11	103,35	1,46	300	8,86	118,35	1,68	300	11,35	300
11-10	94,01	1,33	300	7,45	109,01	1,54	300	9,76	300
10-9	62,61	1,28	250	8,73	77,61	1,58	250	12,91	250
2-10	17,09	0,97	150	10,2	17,09	0,97	150	10,2	150
3-9	7,47	0,95	100	16,65	7,47	0,95	100	10,2	100
3-4	63,49	1,29	250	8,95	78,49	1,6	250	13,18	250
4-5	23,69	0,75	200	4,51	38,69	1,23	200	11,235	200
5-6	37,53	1,2	200	10,32	52,53	1,67	200	19,05	200
6-7	35,13	1,12	200	9,16	50,13	1,6	200	17,49	200
7-8	40,46	1,29	200	11,83	55,46	1,77	200	21,05	200
5-8	3,82	0,49	100	5,04	3,82	0,49	100	5,04	100
8-9	59,20	1,21	250	7,89	74,2	1,51	250	11,89	250

4.7. Попередній розподіл витрат води по ділянкам мережі

Після виконання розрахунків, для обох розрахункових режимів будують схему поточкорозподілу мережі, де наносять номер вузла та їх витрати з табл. 17, та витрати водоводів від насосної станції другого підйому до самої мережі водопостачання.

На схемі позначають напрямок в яку рухається вода в мережі і знаходять витрати води на окремих ділянках. Розпочати розподіл витрати можна з самої кінцевої точки в мережі. Витрата, яка буде відходити, яка буде заходити в перший вузол має майже рівно розподілятися в обидві сторони кільця.

Схеми поточкорозподілів для режимів максимального водоспоживання та максимального водоспоживання + пожежогасіння зображаємо на рис. 20 та 21.

4.8. Визначення втрат напору в трубах та ув'язка кілець.

Розраховуємо втрати напору в трубах та проводимо розрахунок ув'язки кілець мережі методом В.Г.Лобачова, що передбачає розрахунок для кожного кільця окремо, перерозподіл самих витрат в ділянках мережі, та послідовне наближення нев'язок в усіх кільцях до допустимих значень табл. 19,20.

Втрати напору на визначаємо за формулою:

$$h = 1000i * l; \quad (4.8)$$

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							74
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

де $1000i$ – гідравлічний похил у трубах, збільшений у 1000 разів;

l – довжина трубопроводу, км;

Після ув'язки мережі уточнюються фактичні витрати, та діаметри труб на всіх ділянках.

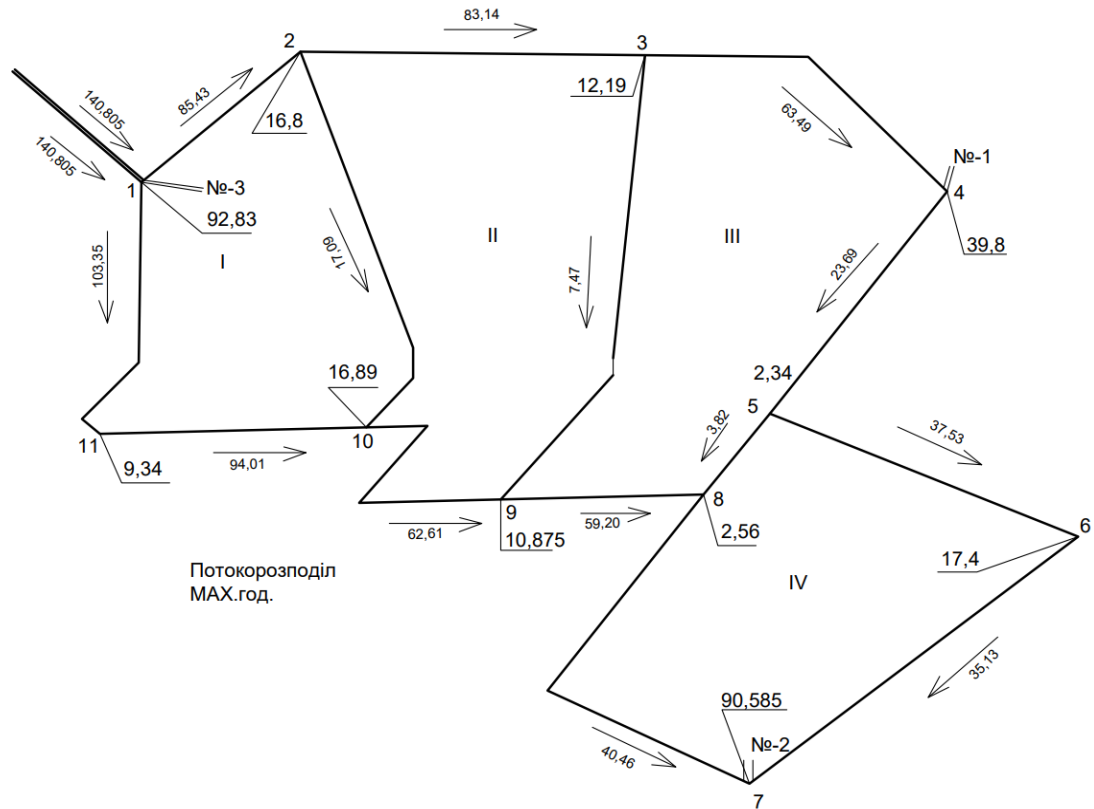


Рис. 20. Максимальне водоспоживання

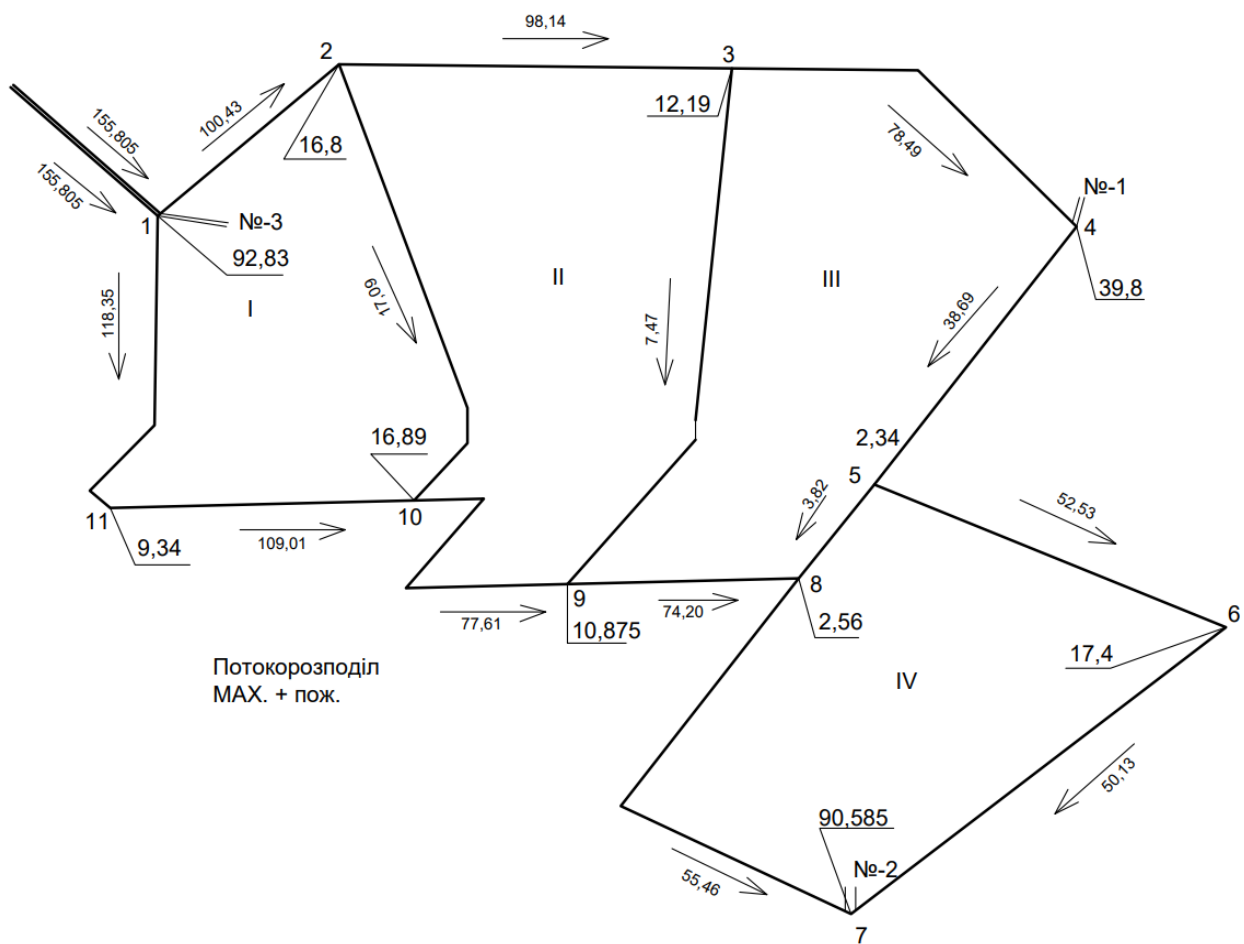


Рис. 21. Максимальне водоспоживання + пожежогасіння

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							76
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Табл. 19. Ув`язка мережі при максимальному водоспоживанні.

V, м/с	№ кольца	№ Ділянки	Довжина l, км	напрям	попередній потікорозподіл						Δq власного кільця	Δq суміжного кільця	перше наближення				
					d, мм	V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000i²/м	h /q			V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000i²/м	h /q
норма	1	1-2	0,73	1	300	1,21	85,43	6,26	4,573	0,054	-0,09		1,21	85,34	6,25	4,565	0,053
норма		11--10	1,13	-1	300	1,33	94,01	7,45	-8,423	0,090	0,09		1,33	94,10	7,47	-8,437	0,090
норма		1--11	0,28	-1	300	1,46	103,35	8,86	-2,480	0,024	0,09		1,46	103,44	8,87	-2,484	0,024
норма		2--10	0,63	1	150	0,97	17,09	10,20	6,426	0,376	-0,09	0,10	0,97	17,10	10,21	6,435	0,376
								Δh = 0,097		0,543	Σ h /q				Δh = 0,079		0,543
										Δq кільця = 0,09							Δq кільця =
норма	2	2--10	0,63	-1	150	0,97	17,09	10,20	-6,426	0,376	0,10	-0,09	0,97	17,10	10,21	-6,435	0,376
норма		2--3	0,43	1	300	1,18	83,14	5,96	2,565	0,031	-0,10		1,18	83,04	5,95	2,559	0,031
норма		10--9	0,64	-1	250	1,28	62,61	8,73	-5,587	0,089	0,10		1,28	62,71	8,76	-5,604	0,089
норма		3--9	0,59	1	100	0,95	7,47	16,65	9,822	1,316	-0,10	0,09	0,95	7,45	16,59	9,788	1,314
								Δh = 0,372		1,812	Σ h /q				Δh = 0,307		1,810
										Δq кільця = 0,10							Δq кільця =
норма	4	6--5	0,59	1	200	1,20	37,53	10,32	6,091	0,162	-0,06		1,19	37,47	10,29	6,073	0,162
норма		6--7	0,94	1	200	1,12	35,13	9,16	8,611	0,245	-0,06		1,12	35,07	9,13	8,584	0,245
норма		8--7	0,95	-1	200	1,29	40,46	11,83	-11,239	0,278	0,06		1,29	40,52	11,86	-11,270	0,278
перевір		5--8	0,65	-1	100	0,49	3,82	5,04	-3,276	0,859	0,06	-0,09	0,48	3,79	4,98	-3,234	0,854
								Δh = 0,188		1,544	Σ h /q				Δh = 0,154		1,539
										Δq кільця = 0,06							Δq кільця =
перевір	3	5--8	0,65	1	100	0,49	3,82	5,04	3,276	0,859	-0,09	0,06	0,48	3,79	4,98	3,234	0,854
норма		4--3	0,53	1	250	1,29	63,49	8,95	4,745	0,075	-0,09		1,29	63,40	8,93	4,733	0,075
норма		4--5	1,03	1	200	0,75	23,69	4,51	4,649	0,196	-0,09		0,75	23,60	4,48	4,618	0,196
норма		8--9	0,65	-1	250	1,21	59,20	7,89	-5,126	0,087	0,09	-0,10	1,21	59,29	7,91	-5,140	0,087
норма		3--9	0,43	-1	100	0,95	7,47	16,65	-7,158	0,959	0,09	-0,10	0,95	7,45	16,59	-7,134	0,957
								Δh = 0,385		2,175	Σ h /q				Δh = 0,311		2,168
										Δq кільця = 0,09							Δq кільця =
								Δ h контур = 0,859									Δ h контур = 0,681

Дата

Підпис

№ док.

Лист

Кільк.

Зам.

Табл. 19. У в`язка мережі при максимальному водоспоживанні.

Δq власного кільця	Δq суміжного кільця	друге наближення					Δq власного кільця	Δq суміжного кільця	третє наближення				
		V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000*l, м	h /q			V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000*l, м	h /q
-0,073		1,21	85,27	6,24	4,558	0,053	-0,060		1,21	85,21	6,24	4,552	0,053
0,073		1,33	94,17	7,48	-8,449	0,090	0,060		1,33	94,23	7,49	-8,459	0,090
0,073		1,47	103,51	8,88	-2,487	0,024	0,060		1,47	103,57	8,89	-2,490	0,024
-0,073	0,085	0,97	17,11	10,23	6,444	0,377	-0,060	0,069	0,97	17,12	10,24	6,450	0,377
Σ h /q				Δh = 0,065		0,544	Σ h /q				Δh = 0,053		0,544
0,073						Δq _{кільця} = 0,060							
0,085	-0,073	0,97	17,11	10,23	-6,444	0,377	0,069	-0,060	0,97	17,12	10,24	-6,450	0,377
-0,085		1,17	82,95	5,94	2,554	0,031	-0,069		1,17	82,88	5,93	2,550	0,031
0,085		1,28	62,80	8,78	-5,618	0,089	0,069		1,28	62,87	8,80	-5,629	0,090
-0,085	0,072	0,95	7,44	16,54	9,757	1,312	-0,069	0,059	0,95	7,43	16,50	9,733	1,310
Σ h /q				Δh = 0,250		1,808	Σ h /q				Δh = 0,205		1,807
0,085						Δq _{кільця} = 0,069							
-0,050		1,19	37,42	10,27	6,059	0,162	-0,041		1,19	37,38	10,25	6,047	0,162
-0,050		1,12	35,02	9,11	8,562	0,244	-0,041		1,11	34,98	9,09	8,544	0,244
0,050		1,29	40,57	11,89	-11,295	0,278	0,041		1,29	40,61	11,91	-11,315	0,279
0,050	-0,072	0,48	3,77	4,93	-3,201	0,850	0,041	-0,059	0,48	3,75	4,88	-3,174	0,847
Σ h /q				Δh = 0,125		1,535	Σ h /q				Δh = 0,102		1,532
0,050						Δq _{кільця} = 0,041							
-0,072	0,050	0,48	3,77	4,93	3,201	0,850	-0,059	0,041	0,48	3,75	4,88	3,174	0,847
-0,072		1,29	63,32	8,91	4,723	0,075	-0,059		1,29	63,27	8,90	4,715	0,075
-0,072		0,75	23,52	4,46	4,593	0,195	-0,059		0,75	23,47	4,44	4,572	0,195
0,072		1,21	59,36	7,93	-5,152	0,087	0,059		1,21	59,42	7,94	-5,161	0,087
0,072	-0,085	0,95	7,44	16,54	-7,111	0,956	0,059	-0,069	0,95	7,43	16,50	-7,094	0,955
Σ h /q				Δh = 0,255		2,163	Σ h /q				Δh = 0,207		2,158
0,072						Δq _{кільця} = 0,059							
				Δh контуру = 0,536							Δh контуру = 0,417		

Табл. 20. Ув'язка мережі при максимальному водоспоживанні + пожежогасіння

Dq власного кільця	Dq суміжного кільця	друге наближення				Dq власного кільця	Dq суміжного кільця	третє наближення				Dq власного кільця	Dq суміжного кільця	четверте наближення						
		V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000i ² , м			h /q	V, м/с	q, л/с	1000i, м/км			h = 1000i ² , м	h /q	V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000i ² , м	h /q
0,342		1,45	102,23	8,68	6,338	0,062	-0,359	1,44	101,87	8,63	6,298	0,062	-0,177		1,44	101,69	8,60	6,278	0,062	
-0,342		1,52	107,21	9,47	-10,702	0,100	0,359	1,52	107,57	9,53	-10,768	0,100	0,177		1,53	107,75	9,56	-10,800	0,100	
-0,342		1,65	116,55	11,03	-3,090	0,027	0,359	1,65	116,91	11,10	-3,107	0,027	0,177		1,66	117,09	11,13	-3,116	0,027	
0,342	0,637	1,08	19,14	12,52	7,885	0,412	-0,359	1,08	19,01	12,36	7,789	0,410	-0,177	0,429	1,09	19,27	12,66	7,976	0,414	
S h /q					Dh = 0,431	0,600	S h /q				Dh = 0,212	0,598	S h /q				Dh = 0,338	0,603		
0,342						Dq кільця = 0,359						0,177								
0,637	0,342	1,08	19,14	12,52	-7,885	0,412	0,230	-0,359	1,08	19,01	12,36	-7,789	0,410	0,429	-0,177	1,09	19,27	12,66	-7,976	0,414
-0,637		1,39	97,89	8,02	3,450	0,035	-0,230	1,38	97,66	7,99	3,435	0,035	-0,429		1,38	97,23	7,92	3,407	0,035	
0,637		1,59	77,86	12,99	-8,314	0,107	0,230	1,59	78,09	13,06	-8,359	0,107	0,429		1,60	78,52	13,19	-8,443	0,108	
-0,637	0,334	1,14	8,98	23,23	13,705	1,526	-0,230	1,18	9,28	24,63	14,532	1,566	-0,429	0,216	1,15	9,06	23,61	13,931	1,537	
S h /q					Dh = 0,956	2,080	S h /q				Dh = 1,819	2,118	S h /q				Dh = 0,919	2,094		
0,637						Dq кільця = 0,230						0,429								
-0,758		1,61	50,52	17,74	10,466	0,207	-0,201	1,60	50,32	17,61	10,390	0,206	-0,256		1,59	50,06	17,45	10,293	0,206	
-0,758		1,53	48,12	16,23	15,255	0,317	-0,201	1,53	47,92	16,10	15,138	0,316	-0,256		1,52	47,66	15,95	14,991	0,315	
0,758		1,83	57,47	22,47	-21,349	0,372	0,201	1,84	57,67	22,62	-21,487	0,373	0,256		1,84	57,92	22,80	-21,663	0,374	
0,758	-0,334	0,52	4,06	5,61	-3,649	0,900	0,201	0,48	3,73	4,85	-3,151	0,844	0,256	-0,216	0,48	3,77	4,94	-3,211	0,851	
S h /q					Dh = 0,723	1,795	S h /q				Dh = 0,891	1,739	S h /q				Dh = 0,410	1,745		
0,758						Dq кільця = 0,201						0,256								
-0,334	0,758	0,52	4,06	5,61	3,649	0,900	-0,525	0,201	0,48	3,73	4,85	3,151	0,844	-0,216	0,256	0,48	3,77	4,94	3,211	0,851
-0,334		1,56	76,72	12,64	6,700	0,087	-0,525	1,55	76,19	12,48	6,617	0,087	-0,216		1,55	75,97	12,42	6,583	0,087	
-0,334		1,18	36,92	10,02	10,321	0,280	-0,525	1,16	36,39	9,76	10,057	0,276	-0,216		1,15	36,17	9,66	9,949	0,275	
0,334		1,55	75,97	12,42	-8,072	0,106	0,525	1,56	76,49	12,58	-8,174	0,107	0,216		1,56	76,71	12,64	-8,217	0,107	
0,334	-0,637	1,14	8,98	23,23	-9,988	1,112	0,525	1,18	9,28	24,63	-10,591	1,142	0,216	-0,429	1,15	9,06	23,61	-10,153	1,120	
S h /q					Dh = 2,610	2,485	S h /q				Dh = 1,059	2,456	S h /q				Dh = 1,373	2,440		
0,334						Dq кільця = 0,525						0,216								
					Δ h контуру = 4,093						Δ h контуру = 3,147						Δ h контуру = 2,379		Dq кільця =	

Дата

Підпис

№ док.

Лист

Кільк.

Зам.

Табл. 20. У в`язка мережі при максимальному водоспоживанні + пожежогасіння

Dq	суміжного о кльця	V, м/с	п'яте наближення				Dq	суміжного о кльця	V, м/с	шосте наближення				Dq	суміжного о кльця	V, м/с	сьоме наближення				Dq	суміжного о кльця
			q, л/с	1000l, м/км	h = 1000h', м	h/q				q, л/с	1000l, м/км	h = 1000h', м	h/q				q, л/с	1000l, м/км	h = 1000h', м	h/q		
власног о кльця	Dq																					
-0,281		1,44	101,41	8,56	6,246	0,062	0,163		1,43	101,25	8,53	6,228	0,062	-0,174		1,43	101,08	8,50	6,209	0,061	-0,116	
0,281		1,53	108,03	9,60	-10,851	0,100	0,163		1,53	108,19	9,63	-10,881	0,101	0,174		1,53	108,36	9,66	-10,913	0,101	0,116	
0,281		1,66	117,37	11,18	-3,130	0,027	0,163		1,66	117,53	11,21	-3,138	0,027	0,174		1,67	117,70	11,24	-3,146	0,027	0,116	
-0,281	0,219	1,09	19,20	12,59	7,930	0,413	-0,163	0,257	1,09	19,30	12,70	8,001	0,415	-0,174	0,160	1,09	19,28	12,68	7,990	0,414	-0,116	0,156
S h/q				Dh = 0,196		0,602 S h/q					Dh = 0,210		0,603 S h/q					Dh = 0,139		0,603 S h/q		
0,281						0,163							0,174							0,116		
0,219	-0,281	1,09	19,20	12,59	-7,930	0,413	0,257	-0,163	1,09	19,30	12,70	-8,001	0,415	0,160	-0,174	1,09	19,28	12,68	-7,990	0,414	0,156	-0,116
-0,219		1,37	97,01	7,89	3,393	0,035	-0,257		1,37	96,75	7,85	3,377	0,035	-0,160		1,37	96,59	7,83	3,367	0,035	-0,156	
0,219		1,60	78,74	13,26	-8,487	0,108	0,257		1,61	79,00	13,34	-8,537	0,108	0,160		1,61	79,16	13,39	-8,569	0,108	0,156	
-0,219	0,281	1,16	9,12	23,90	14,104	1,546	-0,257	0,159	1,15	9,03	23,44	13,830	1,532	-0,160	0,166	1,15	9,03	23,47	13,846	1,533	-0,156	0,109
S h/q				Dh = 1,080		2,101 S h/q					Dh = 0,668		2,090 S h/q					Dh = 0,653		2,090 S h/q		
0,219						0,257							0,160							0,156		
-0,118		1,59	49,94	17,37	10,249	0,205	-0,134		1,59	49,81	17,29	10,199	0,205	-0,081		1,58	49,73	17,24	10,169	0,204	-0,078	
-0,118		1,51	47,54	15,88	14,923	0,314	-0,134		1,51	47,41	15,79	14,846	0,313	-0,081		1,51	47,33	15,75	14,800	0,313	-0,078	
0,118		1,85	58,04	22,89	-21,744	0,375	0,134		1,85	58,17	22,99	-21,836	0,375	0,081		1,86	58,26	23,04	-21,892	0,376	0,078	
0,118	-0,281	0,46	3,61	4,57	-2,969	0,823	0,134	-0,159	0,46	3,58	4,51	-2,934	0,819	0,081	-0,166	0,45	3,50	4,33	-2,812	0,804	0,078	-0,109
S h/q				Dh = 0,459		1,717 S h/q					Dh = 0,276		1,712 S h/q					Dh = 0,266		1,697 S h/q		
0,118						0,134							0,081							0,078		
-0,281	0,118	0,46	3,61	4,57	2,969	0,823	-0,159	0,134	0,46	3,58	4,51	2,934	0,819	-0,166	0,081	0,45	3,50	4,33	2,812	0,804	-0,109	0,078
-0,281		1,54	75,69	12,34	6,538	0,086	-0,159		1,54	75,53	12,29	6,513	0,086	-0,166		1,54	75,37	12,24	6,487	0,086	-0,109	
-0,281		1,14	35,89	9,52	9,810	0,273	-0,159		1,14	35,73	9,45	9,731	0,272	-0,166		1,13	35,57	9,37	9,650	0,271	-0,109	
0,281		1,57	76,99	12,73	-8,272	0,107	0,159		1,57	77,15	12,77	-8,303	0,108	0,166		1,58	77,32	12,82	-8,336	0,108	0,109	
-0,281	-0,219	1,16	9,12	23,90	-10,279	1,127	0,159	-0,257	1,15	9,03	23,44	-10,079	1,117	0,166	-0,160	1,15	9,03	23,47	-10,091	1,117	0,109	-0,156
S h/q				Dh = 0,766		2,416 S h/q					Dh = 0,796		2,401 S h/q					Dh = 0,522		2,386 S h/q		
0,281						Dq кльця = 0,159							Dq кльця = 0,166							Dq кльця = 0,109		
			Δ h контур = 1,807							Δ h контур = 1,338							Δ h контур = 0,972					

Гідравлічний розрахунок водоводів від НС-II до мережі для режимів водоспоживання та відгалужень до яких підключаються підприємства табл. 20.

Табл. 20						
Ділянка	Довжина l, км.	Діаметр d, мм.	Витрата q, л/с	Швидкість V, м/с	1000i, м/км	h=1000i*l, м
НС-1	1,2	350	140,805	1,45	8,7	10,44
НС-1'	1,2	350	140,805	1,45	8,7	10,44
НС-1пож.	1,2	350	155,805	1,6	10,6	12,72
НС-1'пож.	1,2	350	155,805	1,6	10,6	12,72
1-№3	0,08	250	92,83/2=46,41	1,27	8,17	0,6536
4-№1	0,05	150	39,8/2=19,9	1,24	13,0	0,65
7-№7	0,03	200	75,585/2=37,8	1,035	5,53	0,1659

4.9. Визначення вільних напорів та п'єзометричних відміток у вузлах водопровідної мережі.

Відмітки вільних напорів визначаються для усіх вузлів мережі водопостачання та водоводів при обох розрахункових режимах.

В залежності від району міста та поверховості житлових будинків потрібний вільний напір у вузлових точках знаходиться з формулою:

$$H_{тр} = 4(n - 1) + 10; \quad (4.9)$$

n – поверховість житлової забудови району;

Напір у вузлових точках, які розташовані на межі двох районів приймають за значенням котре є більшим із обох розрахованих.

Фактичні вільні напори розраховуються за формулою:

$$H_{віль.i} = \Pi_i - Z_{з.i}; \quad (4.10)$$

де Π_i – п'єзометричний відмітках у вузлових точках; $Z_{з.i}$ – відмітка землі;

Початок розрахунку відбувається із диктуючої точки, де знаходиться відмітка п'єзометричного напору, як сума відмітки землі та потрібного вільного напору.

Точка у які фактичний вільний напір буде рівним потрібному напору – диктуюча. Вільні напори у всіх інших вузлах не повинні бути меншими ніж потрібні.

Розрахунок напорів для двох режимів та водоводів зводимо в табл. 21,22.

Табл. 21						
Вільні напори для максимального водоспоживання						
№ ділянки	h,м	№ вузла	Нтр.,м	Z,землі,м	П,м	Нвл.,м
		НС	-	119	170,92	51,92
НС-1	10,44					
		1	18	120,6	160,48	39,88
1-2	4,552					
		2	18	121,6	155,928	34,328
2-3	2,550					
		3	10/18	123,5	153,378	29,878
3-4	4,715					
		4	10	124,1	148,663	24,563
4-5	4,572					
		5	10	122,3	144,091	21,791
5-6	6,047					
		6	10	122,1	138,044	12,944
6-7	8,544					
		7	10	119,5	129,5	10
7-8	-11,315					
		8	10	121,7	140,816	19,116
8-9	-5,161					
		9	10/18	120,8	145,977	25,177
9-10	-5,629					
		10	18	119,9	151,606	31,706
10-11	-8,459					
		11	18	119,3	160,065	40,765
11-1	-0,416					
		1	18	120,6	160,48	39,88
11-НС'-1	-10,44					
		НС'		119	170,92	51,92

Табл. 22						
Вільні напори для максимального водоспоживання + пожежогасіння						
№ ділянки	h,м	№ вузла	Нтр.,м	Z,землі,м	П,м	Нвл.,м
		НС	-	119	193,114	74,114
НС-1	12,72					
		1	10	120,6	180,394	59,794
1-2	6,228					
		2	10	121,6	174,166	52,566
2-3	3,377					

		3	10	123,5	170,789	47,289
3-4	6,513					
		4	10	124,1	164,276	40,176
4-5	9,731					
		5	10	122,3	154,545	32,245
5-6	10,199					
		6	10	122,1	144,346	22,246
6-7	14,846					
		7	10	119,5	129,5	10
7-8	-21,836					
		8	10	121,7	151,336	29,636
8-9	-8,303					
		9	10	120,8	159,639	38,839
9-10	-8,537					
		10	10	119,9	168,176	48,276
10-11	-10,881					
		11	10	119,3	179,057	59,757
11-1	-0,007					
		1	10	120,6	180,394	59,794
1-НС'-1	-14,32					
		НС'	-	119	193,114	74,114

Виконуємо побудову графік п'єзометричних напорів після розрахунку всіх відміток рис. 22.

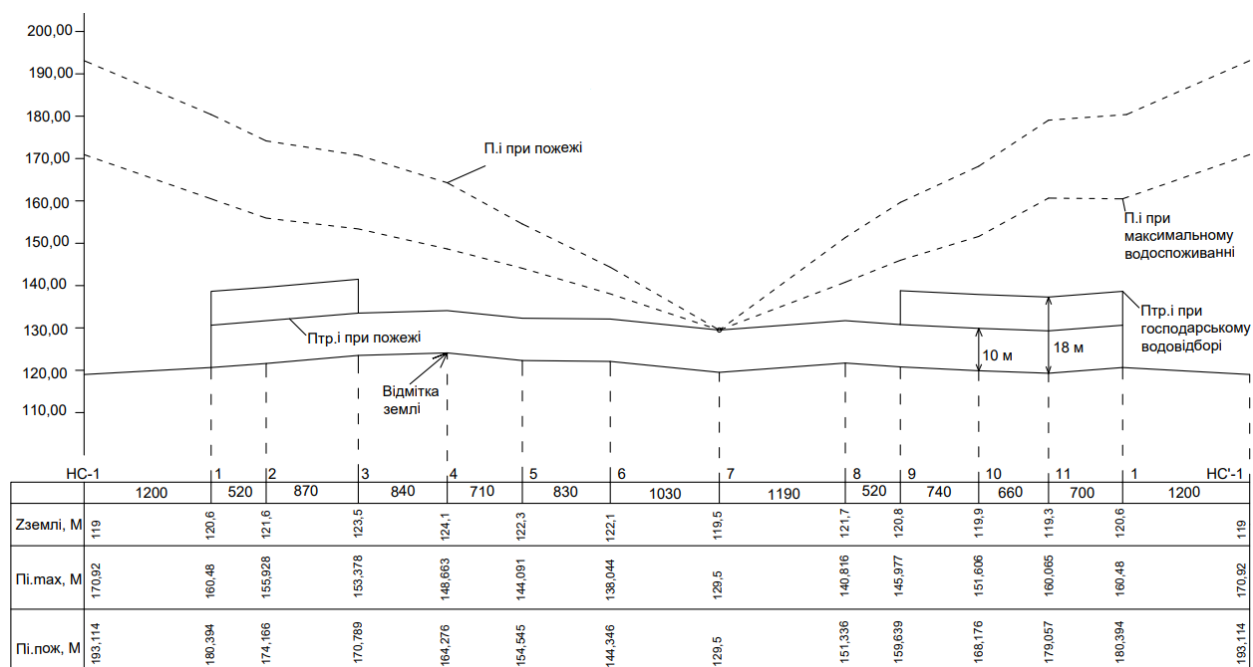


Рис. 22. Графік п'єзометричних напорів

РОЗДІЛ 5:
ТЕХНОЛОГІЯ РОБІТ З УЛАШТУВАННЯ НАСИПУ
ГРЕБЛІ ПІДПІРНОЇ СПОРУДИ

Консультант /Уманець І.М./

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							85
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

5.1. Характеристика об'єму та умов виконання робіт

Розробка монтажної технології будівництва буде здійснюватись для ґрунтової частини гідровузла, яка виконана із дрібного піску. Кар'єр з якого буде здійснюватись вибірка ґрунту для будівництва знаходиться на відстані 3 км від району виконання робіт. Монтажні роботи з влаштування бетонних плит, зворотнього фільтру та влаштування проїжджої частини проектом не враховуються.

Генеральний план гідровузла з ґрунтовою греблею М 1:1000

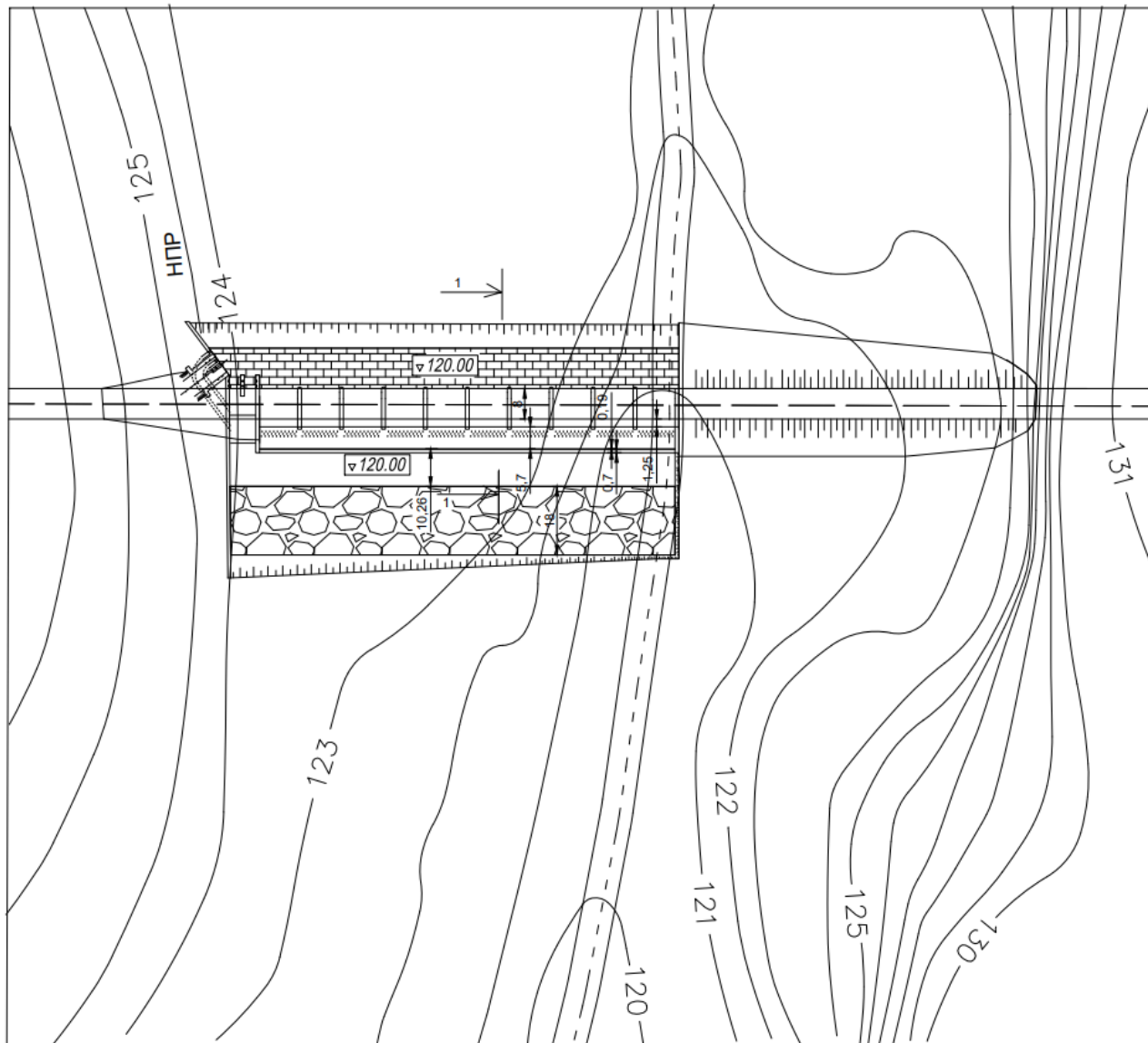


Рис. 23.

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

5.2. Визначення об'єму земляних робіт.

Об'єм земляних робіт які потрібно виконати для зведення ґрунтової частини бетонної греблі розраховуємо за площами поперечних перерізів самої греблі (у вигляді трапецій Рис. 2) та повздовжнього профілю цієї ж греблі (Рис. 1).



Рис. 24.

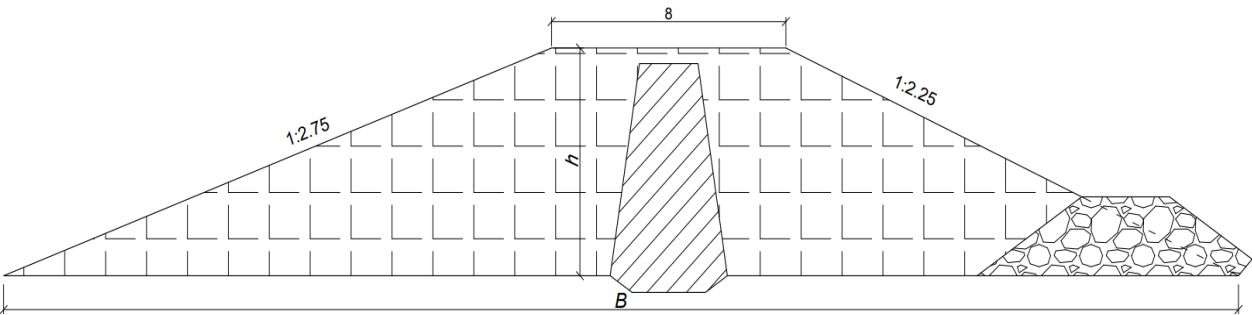


Рис. 25. Площа поперечного перерізу (трапеція).

Табл. 23

Об'єм земляних робіт тіла греблі із зняттям рослинного шару глибиною 0,5 м.

Перетин	Робоча відмітка по осі h, м.	Ширина В, м.	Площа поперечного перерізу $F_1 = (B + hm), \text{м}^2$	Півсума площі $\frac{(F_1 + F_2)}{2}$	Відстані між поперечниками l, м	Об'єм робіт $V = \frac{F_1 + F_2}{2} * l$
1-1	0	0	0	5.456	1	5.456
2-2	0.88	8	10.912	21.542	2	43.084
3-3	1.88	8	32.172	41,622	3.5	145,677
4-4	2.88	8	51.072	78,692	3	236,076
5-5	3.88	8	106,312	132,212	21	2776,452
6-6	4.88	8	158,112	189,013	51	9639,663
7-7	5.88	8	219,913	255,813	6	1534,878
8-8	6.88	8	291,712			
Всього						14381,286

Табл. 24

Об'єм земляних робіт тіла греблі.

Перетин	Робоча відмітка по осі h, м.	Ширина В, м.	Площа поперечного перерізу $F_1 = (B + hm), \text{м}^2$	Півсума площі $\frac{(F_1 + F_2)}{2}$	Відстані між поперечниками l, м	Об'єм робіт $V = \frac{F_1 + F_2}{2} * l$
1-1	0	0	0	1,881	1	1,881
2-2	0.38	8	3,762	12,162	2	24,324
3-3	1.38	8	20,562	33,962	3.5	118,867
4-4	2.38	8	47,362	65,762	3	197,286
5-5	3.38	8	84,162	107,562	21	2258,802
6-6	4.38	8	130,962	159,362	51	8127,462
7-7	5.38	8	187,762	221,162	6	1326,972
8-8	6.38	8	254,562			
Всього						12055,594

Об'єм земляних робіт із зняттям рослинного шару: $14381,286 - 12055,594 \approx 2200 \text{ м}^3$.

Об'єм виконання робіт з улаштування кам'яного накиду розраховуємо по формулах розрахунку земляних робіт:

Визначаємо площу поперечного перерізу накиду:

$$F_1 = (B + hm) = (3 + (2,38 * 1,5) * 2) * 2,38 = 24,13 \text{ м}^2; \quad (5.1)$$

Об'єм кам'яного накиду розраховується за формулою:

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} * l = 24,13 * 87,5 = 2111,375 \text{ м}^3; \quad (5.2)$$

$$V = 453 \text{ м}^3 - \text{рослинний шар.}$$

5.3. Підбір методів виконання робіт

Варіант 1 Влаштування ґрунтової греблі самохідними скреперами

Скрепер – самохідна землерийно-транспортна машина, що використовується при земляних та будівельних роботах, призначена для переміщення ґрунту, вивантаження матеріалів, розкопування каналів або котлованів, вирівнювання різних поверхонь на інших робіт. Експлуатаційна продуктивність цієї машини за зміну розраховується за формулою:

$$P_e = \frac{3600}{t_{\text{ц}}} * c * q * K_1 * K_4 * K_B; \quad (5.3)$$

$$P_e = \frac{3600}{338} * 8 * 9,8 * 0,82 * 0,92 * 0,75 = 473 \text{ м}^3/\text{зміну};$$

де $C = 8$ годин – тривалість зміни;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість одного циклу скрепера, с:

$q = 9,8 \text{ м}^3$ – місткість скрепера.

$$K_1 = \frac{K_H}{K_p} = \frac{0,9}{1,1} = 0,82 - \text{наповнення ковша};$$

$K_4 = 0,92$ – коеф. впливу глибини розробки і висоти відвалу ґрунту.

$K_B = 0,75$ – коеф. використання машини протягом зміни;

де $t_3, t_6, t_n, t_p, t_{пов}$ - тривалість відповідно навантаження ковша, навантаженого і порожнього ходу скрепера, розвантаження скрепера, на повороти;

$$t_3 = \frac{3,6 * z_3}{v_3}, \quad (5.4)$$

z_3 – довжина шляху навантаження скрепера при клиновидному різанні, м:

$$Z_3 = \frac{2 * q * k_1(1 + m)}{a * h}, \quad (5.5)$$

$m = 0,28$ – залежить від місткості ковша та ґрунту;

$a = 2,95$ м. – глибина ківша;

$h = 0,3$ м. – товщина різання;

$v_3 = 2,3 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ – швидкість при загрузці ґрунту;

Звідки:

$$t_3 = \frac{3,6 * 24}{2,3} = 37,6 \text{ с.} \approx 38 \text{ с.}$$

$$t_в + t_n = \frac{3,6 * l_{тр}}{v_{сер}} * 2 = \frac{3,6 * 1000}{30} * 2 = 240 \text{ с.}$$

Тривалість вантажного та порожнього ходів обчислюємо за формулою:

тут прийнято $v_{сер} = 30$ км/год. – середня швидкість руху скрепера по дорозі з кам'яним покриттям.

Приймаємо тривалість вивантаження $t_p = 33$ с, час на повороти $t_{пов.} = 27$ с. Тоді тривалість циклу.

Тоді тривалість повного циклу скрепера буде дорівнювати:

$$t_{ц} = t_3 + t_в + t_n + t_p + t_{пов} = 38 + 240 + 33 + 27 = 338 \text{ с.} \quad (5.6)$$

Час роботи скрепера при об'ємі ґрунту $V = 14381,286 \text{ м}^3$:

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							90
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$T = \frac{V}{\Pi} = \frac{14381,286}{473 * 3} = 10,2 \approx 11 - \text{змін.}$$

$$T = \frac{V}{\Pi} = \frac{14381,286}{473} = 30,4 \approx 31 - \text{змін.}$$

Варіант 2. Влаштування насипної ґрунтової греблі автосамоскидами, які транспортують ґрунт з кар'єру на, який розроблений екскаваторами з прямою лопатою

За найбільшою висотою копання що досягає 6,88 м. підбираємо екскаватор з прямою лопатою. За технічними характеристиками одним із оптимальних варіантів є екскаватор Е – 10011Д:

- найбільша висота копання $H_m = 8,2$ м;
- найбільший радіус копання $R_{max} = 9,2$ м,
- найменший радіус копання на рівні стоянки $R_{min} = 5$ м ;
- найбільша висота вивантаження $H_1 = 6$ м ;
- висота вивантаження при найбільшому радіусі вивантаження $H_2 = 3,3$ м ;
- найбільший радіус вивантаження $R_B = 8,3$ м ;
- об'єм лопати $V_1 = 1$ м³
- тривалість циклу $t_{ц} = 23$ с.

Розраховуємо продуктивність експлуатації екскаватора за робочу зміну:

$$\Pi_e = 60 * c * q * \Pi_T * K_1 * K_B; \quad (5.7)$$

де $c = 8$ год. – тривалість робочої зміни;

$K_B = 0,66$ – коефіцієнт використання за часом;

$q = 1$ м³ – об'єм який вміщається в ківш;

$\Pi_T = 3,5$ – число циклів за хвилину;

$$K_1 = \frac{K_H}{K_{\Pi}} = \frac{1,2}{1,23} = 0,98$$

$K_H = 1,2$ – коефіцієнт наповнення ковша; $K_{\Pi} = 1,23$ – коефіцієнт пухкості ґрунту;

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							91
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Тоді:

$$\Pi_e = 60 * 8 * 1 * 3,5 * 0,98 * 0,66 = 1086,62 \text{ м}^3/\text{зміну};$$

Робочий час екскаватора у змінах:

$$T = \frac{V}{\Pi} = \frac{14381,286}{1086,62} = 13,2 \approx 14 \text{ змін.}$$

Для відвозу ґрунту з місця роботи екскаватора приймаємо самоскид МАЗ-503, вантажопідйомністю 7 тон. Місткість кузова самоскида в метрах кубічних, ґрунту в щільному стані при піску щільність якого є середньою $\gamma = 1,8 \text{ Т/м}^3$:

$$P = \frac{7}{1,8} = 3,9 \text{ м}^3;$$

Визначаємо кількість ківшів, які потрібно завантажити в кузов самоскиду:

$$M = \frac{P}{q * K_1} = \frac{3,9}{1 * 0,98} = 4; \quad (5.8)$$

Приймаємо $M = 4$ ковші.

Час завантаження одного самоскиду розраховуємо за формулою:

$$t_{\Pi} = \frac{M}{\Pi_T * K_T} = \frac{4}{0,9 * 0,88} = 5,05 \text{ хв}; \quad (5.9)$$

$K_T = 0,88$ – коефіцієнт впливу транспорту;

де Π_T – технічне число циклів екскавації за хвилину, яке розраховується за формулою:

$$\Pi_T = \frac{60 * K_B}{t_{\Pi}} = \frac{60 * 0,66}{23} = 0,9; \quad (5.10)$$

Розрахуємо кількість машин потрібних для вивезення ґрунту:

$$N = \frac{t_{\Pi}}{t_n} = \frac{t_n + \frac{120 * Z}{V_c} + t_{p.m.}}{t_n} = \frac{5,05 + \frac{120 * 3}{30} + 1,9}{5,05} = 3,75 \text{ машии}; \quad (5.11)$$

t_{Π} – час роботи самоскиду; $Z = 3$ км. – дальність на яку потрібно перевезти ґрунт; $V_c = 30$ км/год. – середня швидкість самоскида по щебінно-гравійній дорозі; $t_{p.m.} = 1,9$ хв. – час розвантаження машини із маневруванням.

$N = 4$ штук – кількість самоскидів, для вивозу ґрунту.

Підбиваємо бульдозер для розрівнювання ґрунту який знаходиться на відвалі, та котки для ущільнення цього ґрунту.

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							92
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Тривалість експлуатації бульдозера і котка повинна бути рівною залежності від часу виконання робіт ведучою машиною (екскаватором). Тому тривалість розрівнювання ґрунту бульдозером на місці знаходження відвалу становить 14 робочих змін. Продуктивність бульдозера за одну зміну при об'ємі ґрунту $V = 14381,286 \text{ м}^3$ буде розраховуватись за формулою:

$$\Pi = \frac{V}{T} = \frac{14381,286}{14} = 1027,23 \frac{\text{м}^3}{\text{зміну}}; \quad (5.12)$$

Тоді норма часу на 100 м^3 ґрунту становить:

$$H_{\text{часу}} = 100 * \frac{C}{\Pi} = \frac{100 * 8}{1027,23} = 0,78 \text{ маш, на год.} \quad (5.13)$$

де $C = 8$ годин – тривалість робочої зміни.

Приймаємо бульдозер ДЗ-54С (Д687С) на базовому тракторі Т-500.

Приймаємо коток масою 15 т. Марки Дупарас СА302Д.

$H_{\text{часу}} = 0,25$ при товщині ущільнення ґрунту 0,5 м. (для 4 проходів).

Продуктивність котка за зміну:

$$\Pi = 100 * \frac{C}{H_{\text{часу}}} = \frac{100 * 8}{0,25} = 3200 \frac{\text{м}^3}{\text{зміну}}; \quad (5.14)$$

$$T = \frac{V}{\Pi} = \frac{14381,286}{3200} = 4,5 \approx 5 \text{ змін.} \quad (5.15)$$

Для урівноваження часу виконання робіт, коток буде розрівнювати 14 діб.

$$\Pi = \frac{V}{T} = \frac{14381,286}{14} = 1027,23 \text{ м}^3/\text{зміну};$$

$$H_{\text{часу}} = 100 * \frac{C}{\Pi} = \frac{100 * 8}{1027,23} = 0,78 \text{ маш, на год.}$$

5.4. Техніко-економічне обґрунтування

Табл. 25			
Параметри порівняння	Одиниця виміру	Варіант 1(скрепер)	Варіант 2(екскаватор)
Експлуатаційна продуктивність	м^3	473	1086,62
Тривалість роботи	зміни	31	14
Норми часу на 1 км переміщення		0,07	2

Розцінки на 1 км переміщення		0,08,5	1-97
Склад		Машиніст 6 разр. - 1	Машиніст 6 разр. - 1
Ціна		1000000	30000

Враховуючи вартістю оренди та кількістю задіяної техніки в обох процесах, обираємо другий варіант розробки ґрунту за допомогою екскаватора Е-10011Д. Вивозити ґрунт з місця розробки будемо 4 машинами МАЗ-503, там ущільнювати котком вагою 15 т. марки Дунарас СА302D.

5.5 Складання калькуляції трудових витрат.

Табл. 26

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ЕНиР	Норма часу <u>люд.-год.</u> маш.-год.	Трудо-місткість за нормою <u>люд.-год.</u> маш.-год	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Підчищення дна основи під греблю бульдозером група ґрунта І при відстані переміщення 80 м	100 м³	2,3	Е §2-1-22, табл.2,	3,51/3,51	$\frac{3,51 * 2,3}{3,51 * 2,3} = 8,073$	Маш. 6 р.	1
3	Рихлення ґрунту у кар'єрі бульдозером ДЗ-54 С на глибину 0,5 м за один прохід при довжині ділянки 100 м	100 м³	143,81	Е §2-1-1, табл.2,	0,06/0,06	$\frac{0,06 * 143,81}{0,06 * 143,81} = 8,62$	Маш. 6 р.	1
4	Розробка ґрунту І групи (пісок дрібний щільний) самохідними екскаватором марка Е-10011Д з ковшем місткістю 1м³ з навантаженням в транспорт	100 м	143,81	Е §2-1-8, табл.3, п.6а	2/2	$\frac{2 * 143,81}{2 * 143,81} = 287,62$	Маш. 6 р.	1

5	Відвезення ґрунту самоскидами МАЗ-503 на відстань 1000 м.	100 м ³	143,81		0,78/0,78	$\frac{0,78 * 143,81}{0,78 * 143,81} = 112,17$	Маш. 6 р.	4
6	Розрівнювання ґрунту І групи (пісок дрібний щільний) бульдозером ДЗ-54 С при відсіпанні насипу тіла греблі товщина шару 0,5 м.	100 м ³	143,81	Е §2-1-28, п.2г	0,33/0,33	$\frac{0,33 * 143,81}{0,33 * 143,81} = 47,46$	Маш. 6 р.	1
7	Ущільнення насипу котком Дупарас СА302D масою 15 т. товщина шару 0,6 м кількість проходів одним слідом 4	100 м ³	143,81	Е §2-1-30, табл.1, п.3а	0,25/0,25	$\frac{0,25 * 143,81}{0,25 * 143,81} = 35,95$	Маш. 6 р.	1
8	Влаштування щебеневого накиду з розрівнюванням І групи бульдозером ДЗ-54 С при відсіпанні товщина шару 300 мм	100 м ³	21,11	Е §2-1-28	0,99/0,99	$\frac{0,99 * 21,11}{0,99 * 21,11} = 20,9$	Маш. 6 р.	1
9	Покриття відкосу рослинним шаром, розрівнювання ґрунту на відкосі і посів трав	100 м ² відкосу	4,53	Е §2-1-41, табл.3б Е §2-1-44, табл. 2, п.1б, 4-8б	5,3/5,3	$\frac{5,3 * 4,53}{5,3 * 4,53} = 24,009$	Маш. 6 р.	1
10	Кінцеве планування поверхні бульдозером	1000 м ²	0,7	Е §2-1-36, п.3б	0,24/0,24	$\frac{0,24 * 0,7}{0,24 * 0,7} = 0,168$	Маш. 6 р.	1
	Всього:					544,97		

5.6. Технологічні розрахунки

Табл. 27										
№ процесу	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість <u>люд.-зм.</u> маш.-зм.		Прийнятий склад ланок і бригади		Машини, марка, кількість	Тривалість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	Кількість			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Підчищення дна основи під греблю бульдозером група ґрунта І при відстані переміщення 80 м	100 м ³	2,3	$\frac{8,073/8}{8,073/8} = \frac{1,01}{1,01}$	$\frac{10}{10}$	Машиніст бр.	1	Бульдозер ДЗ-54 С (1шт.)	Включено по П5.	10,1
3	Рихлення ґрунту у кар'єрі бульдозером ДЗ-54 С на глибину 0,5 м за один прохід при довжині ділянки 100 м	100 м ³	143,81	$\frac{8,62/8}{8,62/8} = \frac{1,12}{1,12}$	$\frac{35}{35}$	Машиніст бр.	1	Бульдозер ДЗ-54 С (1шт.)	35	3,2

4	Розробка ґрунту І групи (пісок дрібний щільний) самохідними екскаватором марка Е-10011Д з ковшем місткістю 1м³ з навантаженням в транспорт	100 м³	143,81	$\frac{287,62/8}{287,62/8} = \frac{35,95}{35,95}$	$\frac{35}{35}$	Машиніст бр.	1	Екскаватор з прямою лопатою Е-10011Д	35	102
5	Відвезення ґрунту самоскидами МАЗ-503 на відстань 1000 м.	100 м³	143,81		35/35	Машиніст бр.	4	Самоскид МАЗ-503	35	13,35
6	Розрівнювання ґрунту І групи (пісок дрібний щільний) бульдозером ДЗ-54 С при відсипанні насипу тіла греблі товщина шару 0,45 м.	100 м³	143,81	$\frac{47,46/8}{47,46/8} = \frac{5,93}{5,93}$	$\frac{35}{35}$	Машиніст бр.	1	Бульдозер ДЗ-54 С (1шт.)	35	16,9
7	Ущільнення насипу котком Дупарас СА302D масою 15 т. товщина шару 0,6 м	100 м³	143,81	$\frac{35,95/8}{35,95/8} = \frac{4,49}{4,49}$	$\frac{35}{35}$	Машиніст бр.	1	котком Дупарас СА302D (1 шт.)	35	12,8

	кількість проходів одним слідом 4									
8	Влаштування щебеневого накиду з розрівнюванням І групи бульдозером ДЗ-54 С при відсипанні товщина шару 300 мм	100 м ² відкосу	21,11	$\frac{20,9/8}{20,9/8}$ $= \frac{2,61}{2,61}$	$\frac{3}{3}$	Машиніст бр.	1	Бульдозер ДЗ-54 С (1шт.)	3	130,5
9	Покриття відкосу рослинним шаром, розрівнювання грунту на відкосі і посів трав	100 м ²	4,53	$\frac{24,009/8}{24,009/8}$ $= \frac{3}{3}$	$\frac{3}{3}$	Машиніст бр.	1	Екскаватор Е-10011Д	3	100
10	Кінцеве планування поверхні бульдозером	1000 м ²	0,7	$\frac{0,168/8}{0,168/8}$ $= 0,021$	$\frac{10}{10}$	Машиніст бр.	1	Бульдозер ДЗ-54 С (1шт.)	Включено по П5.	0,5
			Всього	68,15	191,5					

[illegible]

[illegible]

5.8. Визначення техніко-економічних показників.

Вихідними даними для визначення техніко-економічних показників є таблиця технологічних розрахунків і графік виконання робіт та інших розрахунків

Табл. 7			
Техніко-економічні показники			
№ пор.	Назва показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	Загальний об'єм земляних робіт	м ³	14381,286
2	Прийнята тривалість робіт змін	змін	35
3	Нормативна трудомісткість робіт	люд.-змін	68,15
4	Прийнята трудомісткість робіт	люд.-змін	191,5
5	Нормативна машиномісткість робіт	маш.-змін	68,15
6	Прийнята машиномісткість робіт	маш.-змін	191,5
7	Трудомісткість улаштування 1 м3 ґрунту у тіло греблі	люд.-годин	0,11

5.9. Визначення потреби в матеріально-технічних ресурсах

Табл.				
Потреби в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі та пристроях				
№ Пор.	Машини, устаткування, інструменти, інвентар та пристрої	Марка	Од. виміру	Кількість
1	Екскаватор	Е-10011Д	шт.	1
2	Автосамоскид	МАЗ- 503	шт.	4
3	Бульдозер	ДП-54 С	шт.	1
4	Коток	Дунарас СА302D	шт.	1
5	Теодоліт, невелір	Оптичний стандартний з триногою	комплект	1
6	Рулетка.	РЗ-30 м	шт.	2
7	Метр окладний дерев'яний	МОД	шт.	1
8	Лом	ЛМ-20, ЛМ-40	шт.	2

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Лист
							102
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

9	Лопата	Л	шт.	3
10	Сокира	А-2	шт.	2
11	Пила	-	шт.	2
12	Інвентарна метал. драбина	З огороженням	шт.	3
13	Переносна вежа освітлення у котловані	Інвентарна металева з трансформатором і двома прожекторами	шт.	4

Табл.

Потреба в буд. конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні

№ Пор.	Конструкції, деталі, напівфабрикати, матеріали і устаткування	Марка	Од. виміру	Кількість
1	Супісок	-	м ³	14381,256
2	Щебень	-	м ³	2111,375
3	Насіння трав	-	гр	135000
4	Бруски 75мм	IV сорт	м ³	1,2
5	Дошки 25мм	IV сорт	м ³	1,8
6	Дошка 40мм	IV сорт	м ³	1,5
7	Гвіздки	-	кг	3,5
8	Рослинний шар	-	м ³	453

5.10. Операційний контроль якості робіт

Розробка плану операційного контролю якості здійснюється згідно ДБН А.3.1-5-20016 «Організація будівельного виробництва» у табличній формі, в якій поділяють підконтрольні операції між майстром і виконавцями, наводять склад операцій, способи контролю, терміни і, за необхідності, залучені служби.

Табл. 10

Схема операційного контролю якості робіт

Операції які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
Викон.	майстром	склад	спосіб	строки	Залучені служби
Розбивка вісей і контурів греблі і підсіпок під'їздів	Влаштування підсіпок для доріг	Точність виносу розбивки	Теодоліт, невелір, рулетка	До початку будівництва	Геодезисти

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Лист 103
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

	Зняття грунту в основі греблі. водовідлив	Послідовність розробки грунтів	Теж саме	До початку будівництва	лабораторія
	Будівництво греблі	Товщину шарів відсіпання, геометричні розміри, висотні відмітки, якість ущільнення, кути закладання укосів	Теж саме	В процес будівництва греблі	Геодезична служба лабораторія
	Планувальні роботи	Проектні відмітки	Нівелір	Після будівництва греблі	Геодезична служба, лабораторія

5.11.Заходи щодо охорони праці на будівництві

Для уникнення надзвичайних ситуацій при будівництві земляної греблі слід дотримуватися деяких правил та заходів, які спрямовані для уникнення їх:

- Рух автомобілів на виробничих територіях, будівельних майданчиків, вантажо-розвантажувальних майданчиків і під'їзних коліях до них необхідно регулювати чинними дорожніми знаками і покажчиками;
- Транспортні засоби й устаткування, що застосовується для вантажно-розвантажувальних робіт, повинні відповідати габаритам майданчика і характеру вантажу;
- Транспортні та вантажо-навантажувальні роботи потрібно виконувати механізованим способом з дотриманням порядку транспортування, навантаження і розвантаження та відповідних вимог безпеки затверджених керівництвом;
- До керування різними видами спец. техніки допускаються тільки водії та оператори з відповідною категорією;

Під час виконання безпосередньо земляних та інших робіт у котлованах, траншеях, необхідно вжити заходів із запобігання впливу на працівників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів як:

- Обвалення гірських порід, ґрунтів;
- Падіння шматків породи;
- Машини та їх робочі органи, що рухаються, предмети, що ними переміщуються;
- Недостатня освітленість робочої зони;
- Підвищена запиленість та загазованість повітря на робочому майданчику.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Лист
							105
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Висновки

8. Запроектовано систему водопостачання міста, яка складається з низьконапірного водозабірною вузла, пригребельного бокового водозабору, напірних водоводів, очисних споруд з насосною станцією II підйому та кільцевої розподільчої мережі міста.
9. Низьконапірний водозабірний вузол з напором 4,5м складається з ґрунтової глухої частини греблі, паводкового водоскиду, промивних отворів та бокового водозабору з наносозатримуючими галереями.
10. В роботі визначено положення кривої фільтрації для основного розрахункового випадку та виконані розрахунки стійкості низового укосу ґрунтової частини греблі, коефіцієнт стійкості $k_s = 2,1$.
11. Розрахована довжина фронтального паводкового водоскиду без затворів, враховуючи роботу промивних отворів на повне відкриття під час проходження паводку. Виконані фільтраційні та статичні розрахунки паводкового водоскиду. Гасіння енергії потоку в нижньому б'єфі здійснюється за допомогою суцільної водобійної стінки висотою 0,7м.
12. Забір води на потреби водопостачання та інші водогосподарські потреби. Були розраховані необхідні параметри водозабірної споруди, для зменшення потрапляння наносів в водоприймальні вікна на рівні понуру запроектовані наносозатримуючі галереї, накопичені наноси періодично під час паводку змиваються через промивні отвори в нижній б'єф.
13. Запроектована кільцева розподільча система водопостачання міста, проведені необхідні розрахунки для встановлення діаметрів труб та визначення необхідного напору насосної станції II підйому.
14. Виконані технологічні розрахунки та розроблена технологічна карта на будівництво ґрунтової частини греблі, пораховано об'єми земляних робіт та будівельних матеріалів, визначені необхідні машини та механізми.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Лист
							106
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

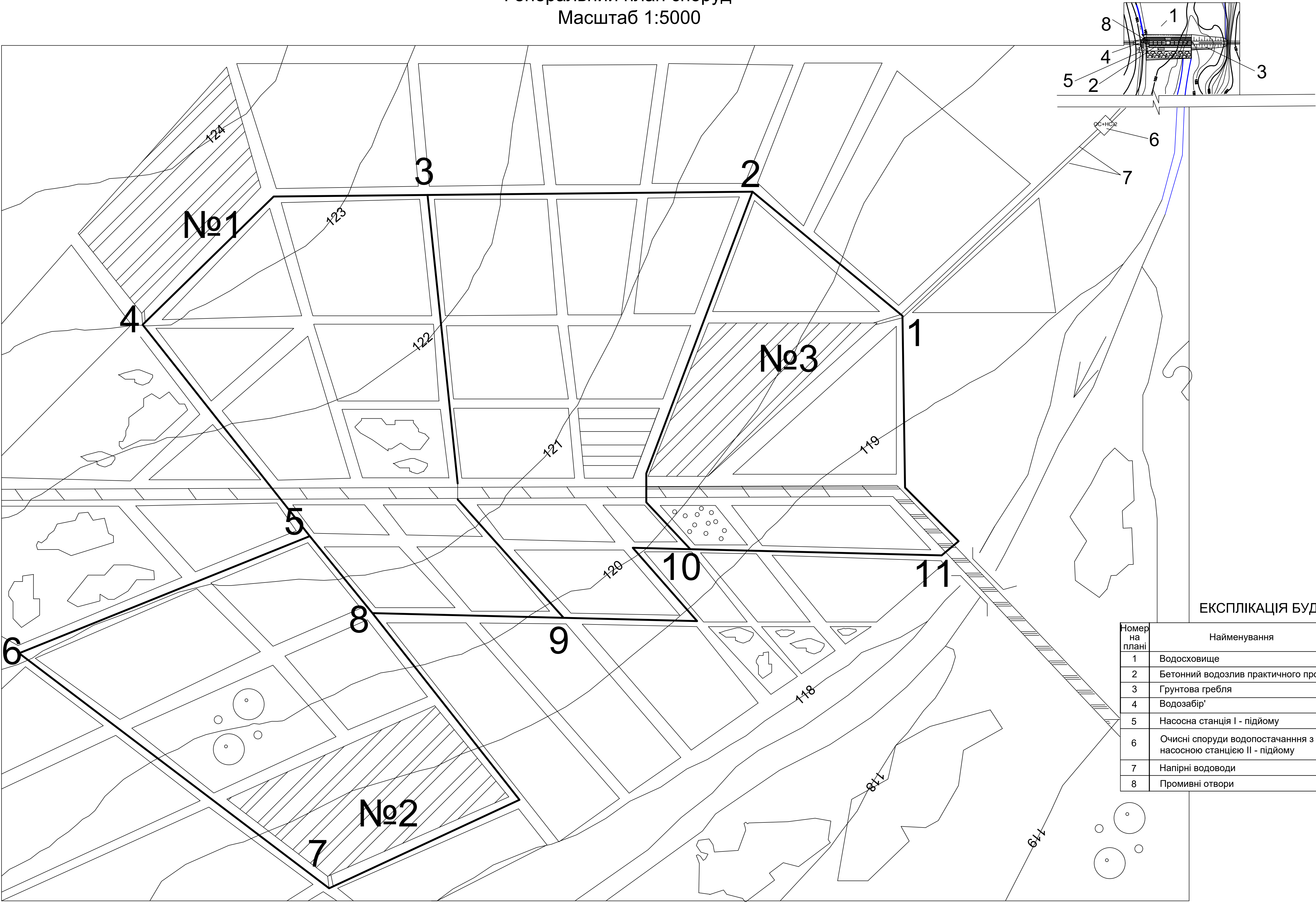
Список літератури

1. Гідротехнічні споруди: підручник для студ. ВНЗ / Хлапук М. М., Шумінський В. Д., Вайнберг О. І. [та ін.]; за ред. А. Ф. Дмитрієва. – Рівне, 1999. – 326 с.
2. ДБН В.2.4-3:2010 Гідротехнічні споруди. Основні положення.–К.: Мінрегіонбуд України, – 2010.
3. Гідротехнічні споруди / За ред. А.Ф. Дмитрієва. – Р.: РДТУ,1999. – 326 с.
4. М.М. Хлапук, Л.А. Шинкарук Гідротехнічні споруди. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. 241 с.
5. Водоскидні споруди: Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Гідротехнічні споруди” / Уклад.: С.В. Величко, О.В. Дупляк – К.: КНУБА, 2016. – 64 с.
6. Гідротехнічні водозабірні споруди: Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни / уклад.: С.В. Величко, О.В. Дупляк. – Київ: КНУБА, 2022. – 32 с.
7. Гідротехнічні водозабірні споруди: навч. посібник для студ. галузі знань 19, спец. 194 та 192/С.В.Величко [та ін.]; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт.-Київ:КНУБА,2023 .-256 с
8. Гідротехнічні споруди. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Гідровузол з ґрунтовою греблею» / Укл.: О.В. Дупляк, С.В. Величко. – К.: КНУБА, 2015. – 44 с.
9. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
- 10.А.М.Тугай, В.О.Орлов, В.О.Шадура, С.Ю.Мартинів, Міські інженерні мережі та споруди. Підручник. – Київ: Укреліотех, 2010. – 256 с.
- 11.Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай, Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К: Аграрна наука, 2008 – 534 с.
- 12.Хоружий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1993, – 230 с.
- 13.В.В. Чернюк, О.Г. Гвоздецький, А.В. Мусієнко. Гідротехнічні споруди: Навч. Посібник. – Львів. Львівська політехніка., 2017, – 208 с.
- 14.Ольховик О.І. Технологія будівництва гідротехнічних, водогосподарських та природоохоронних споруд : Навч. Посібник. – Рівне : НУВГП, 2019. – 377 с.
- 15.Технологія будівельного виробництва: методичні вказівки до виконання курсової роботи /уклад.: І.М. Уманець, В.В. Чепурний. – К.:КНУБА, 2018,- 28 с.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Лист
							107
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

- 16.ДСТУ Б Д.2.4-1:2012. Збірник 1. Ресурсні елементарні кошторисні норми на будівельні роботи. – К.: Мінрегіон, 2013. – 30 с.
- 17.Хоружий П.Д, Хомутецька В.О, Тугай Я.А. Розрахунок і проектування систем водопостачання: Навчальний посібник. – КНУБА, 2001. – 256 с.
- 18.Ущільнення ґрунтів у будівництві: навчальний посібник / Т17 Уклад.: В.І. Терновий; І.М. Уманець, Л.С. Саушева; О.С. Молодід. – К.: «ЦП КОМПРИНТ», 2015, - 136 с. ISBN 978-617-7202-90-4.
- 19.Організація будівельного виробництва: ДБН А3.1-5-2016. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012, - 94 с.
- 20.ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і спорудження фундаментів. (СНиП 3.03.01-87, MOD) – К.: Мінрегіон від 18.07.2013 р. с. 136.
- 21.ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12).

Генеральний план споруд
Масштаб 1:5000

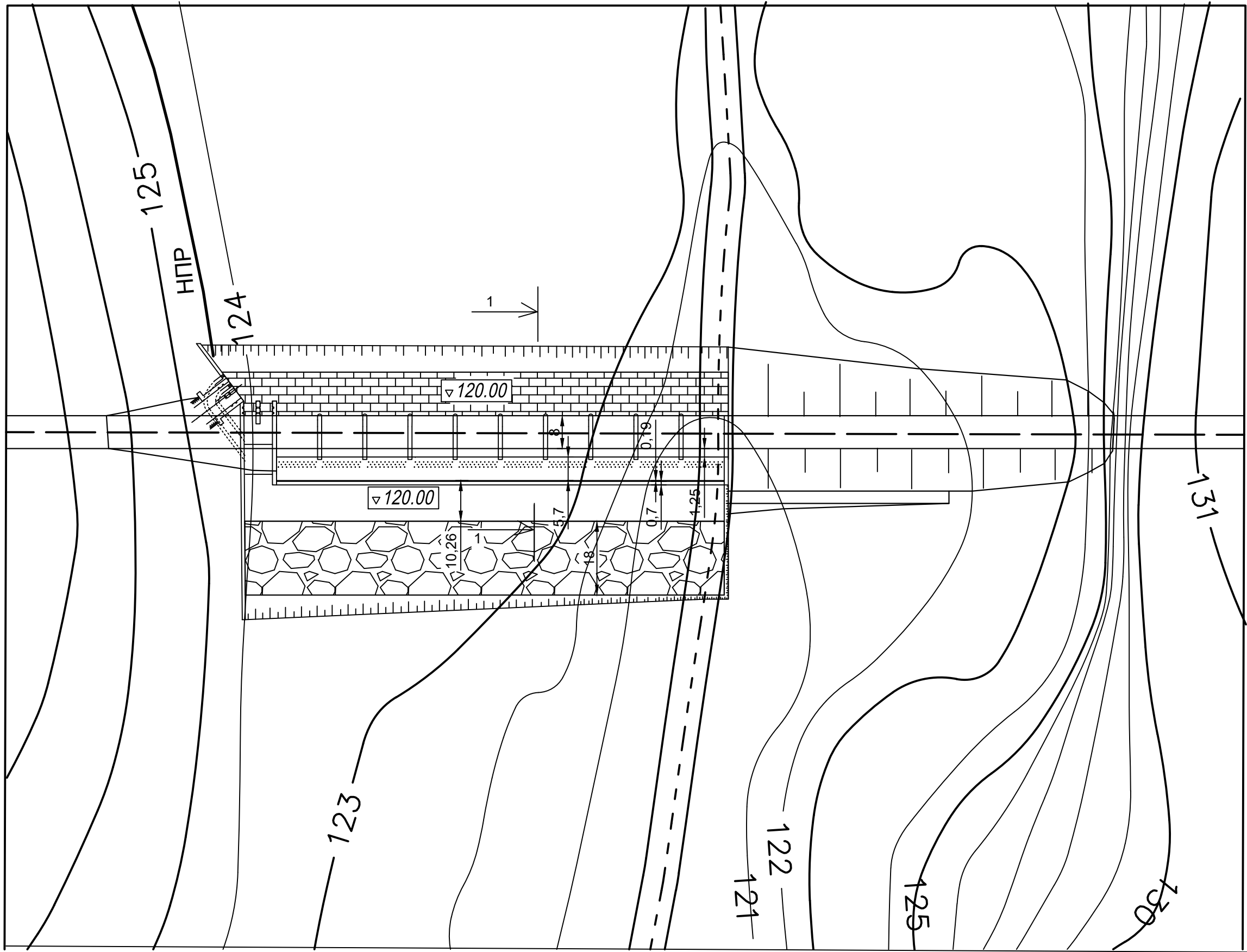


ЕКСПЛІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

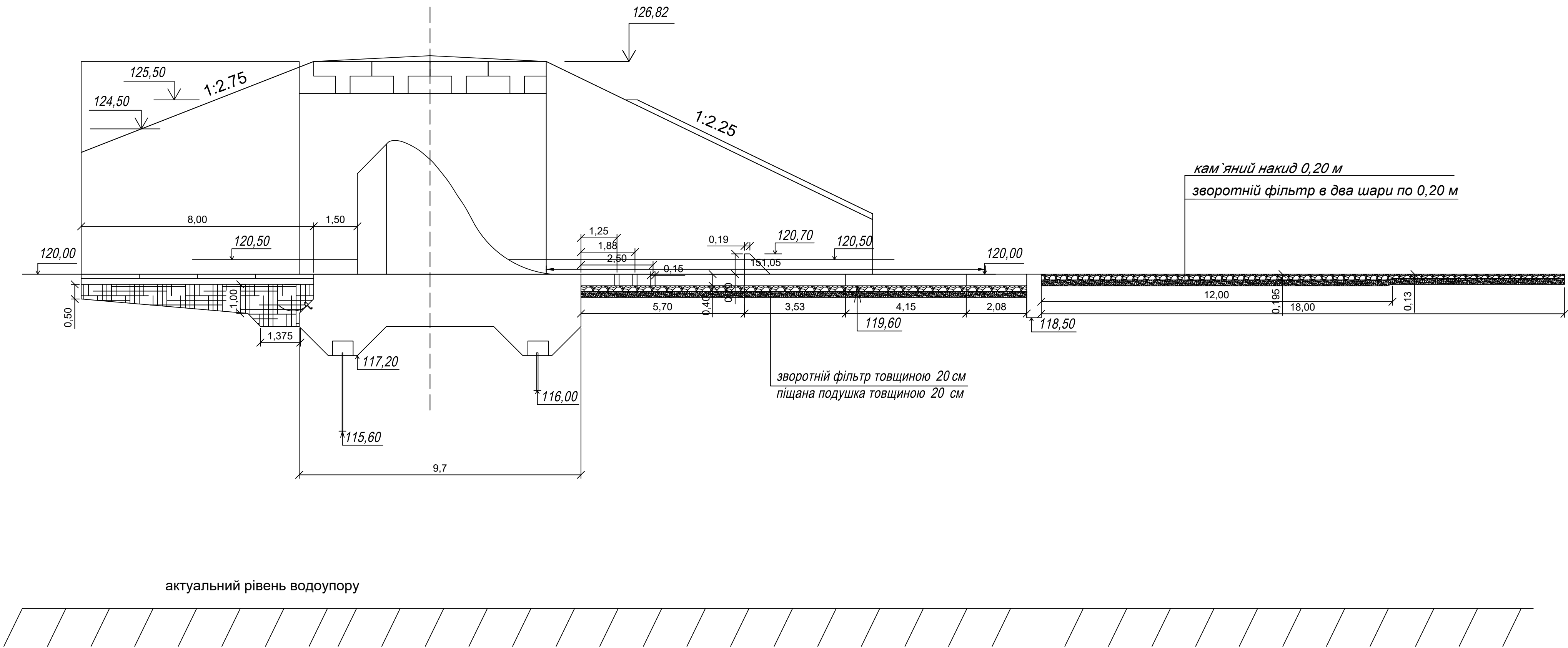
Номер на плані	Найменування	Примітки
1	Водосховище	
2	Бетонний водозлив практичного профіля	
3	Грунтова гребля	
4	Водозабір'	
5	Насосна станція I - підйому	
6	Очисні споруди водопостачання з насосною станцією II - підйому	
7	Напірні водоводи	
8	Промивні отвори	

					Атестаційна випускна робота: Низьконапірний гідротехнічний водозабірний вузол			
					Кафедра водопостачання та водовідведення			
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Генеральний план споруд	Стадія	Лист	Листів
Розробив	Ільків Р.Р.					АВР	1	5
Керівник	Величко С.В.							
Зав. кафедри	Хоружий В.П.							
					Генеральний план М 1:5000			
					КНУБА ГБ-41			

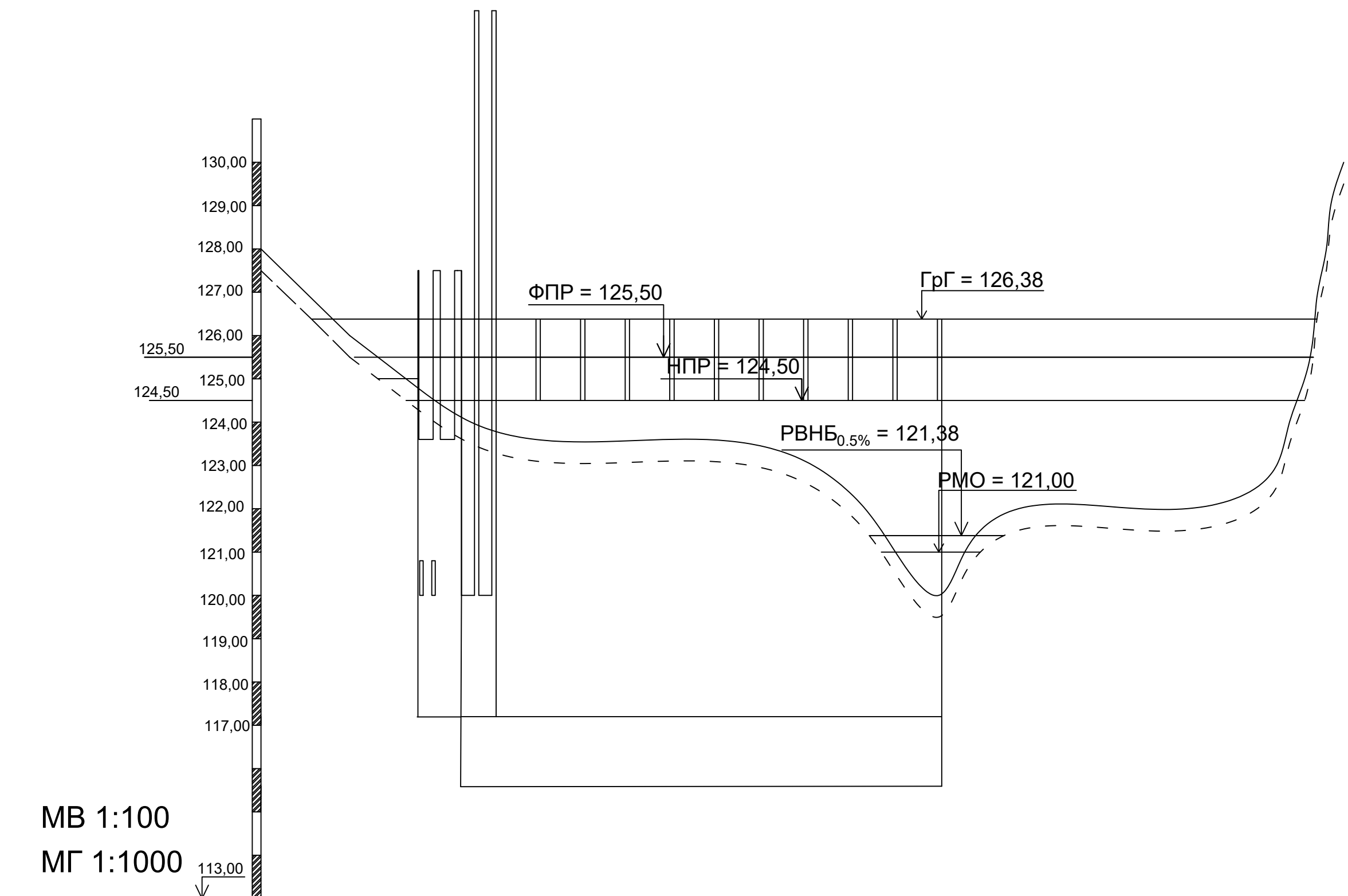
План гідровузла М 1:1000



Розріз 1-1 М 1:100



Поздовжній профіль бетонної греблі



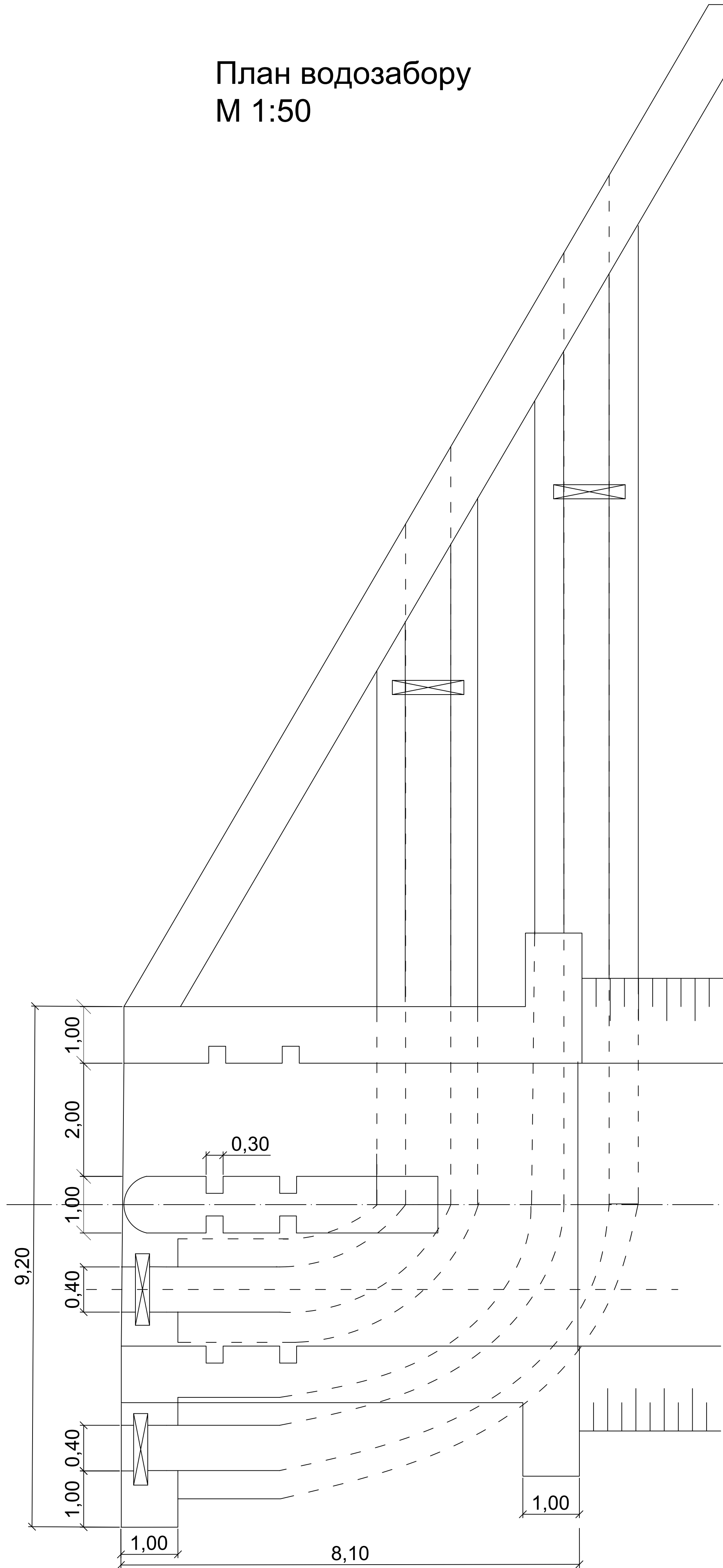
МВ 1:100
МГ 1:1000

Натуральна відмітка землі, м	128,000	127,000	126,000	125,000	124,000	123,000	122,000	121,000	120,000	121,000	122,000	123,000	124,000	125,000	126,000	127,000	128,000
Відстані, м	11,00	9,00	13,00	15,00	79,00	12,00	7,00	10,00	6,00	51,00	21,00	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Проектні відмітки землі	127,500	126,500	125,500	124,500	123,500	122,500	121,500	120,500	119,500	118,500	117,500	116,500	115,500	114,500	113,500	112,500	111,500

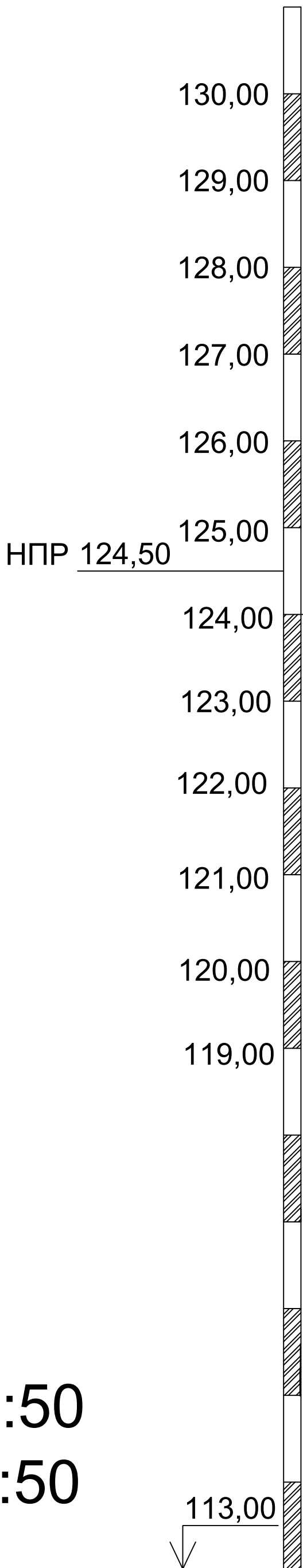
Розміри на Листі 1 вказані в метрах

				Атестаційна випускна робота: Низьконапірний гідротехнічний водозабірний вузол		
				Кафедра водопостачання та водовідведення		
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Стадія	Лист
Розробив	Ільків Р.Р.				АВР	2
Керівник	Величко С.В.					5
Зав. кафедри Харужий В.П.				План гідровузла (М 1:1000); поздовжній профіль греблі (М 1:1000); розріз 1-1 М 1:100.		
				ГБ-41		

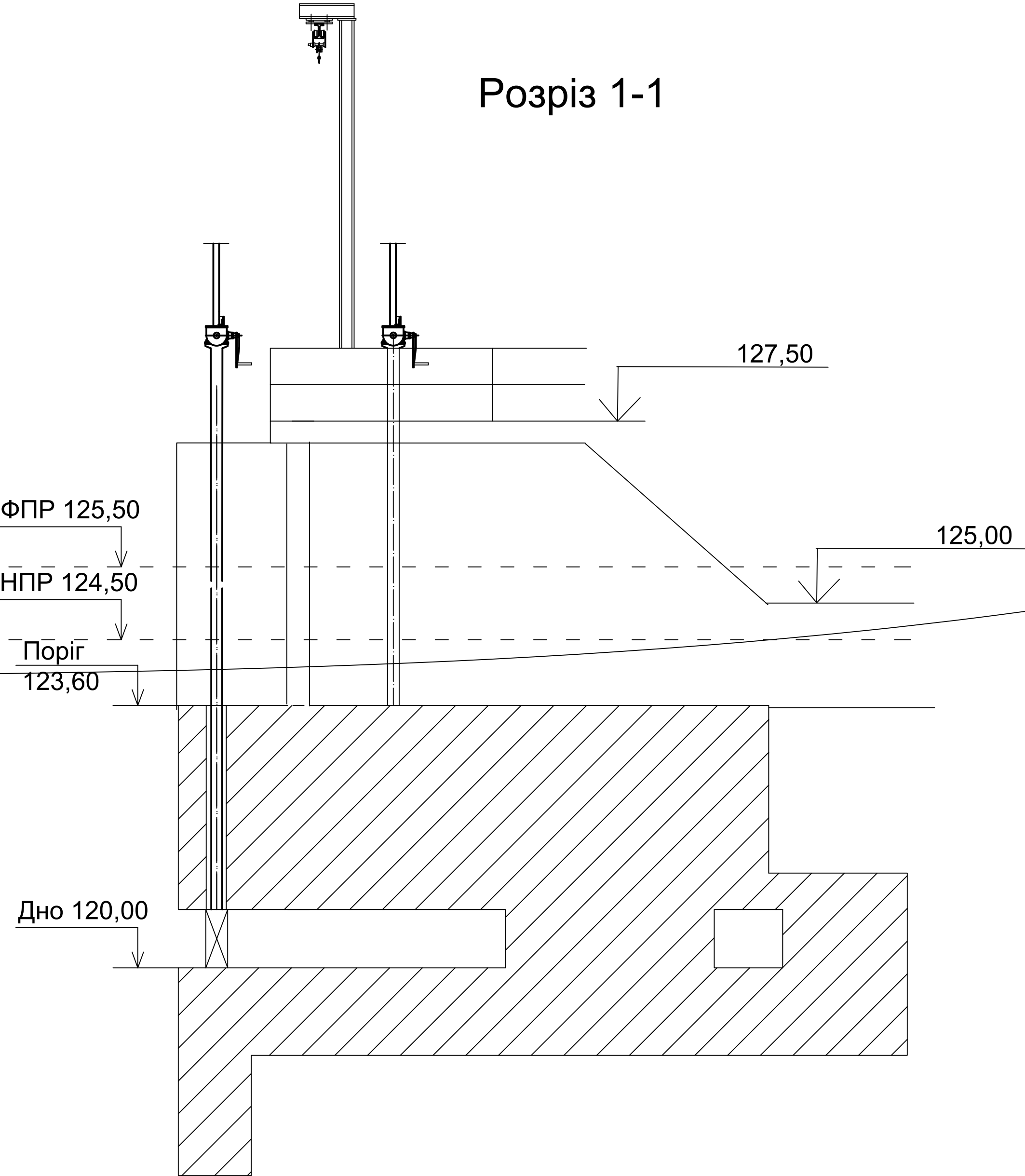
План водозабору
М 1:50



МВ 1:50
МГ 1:50



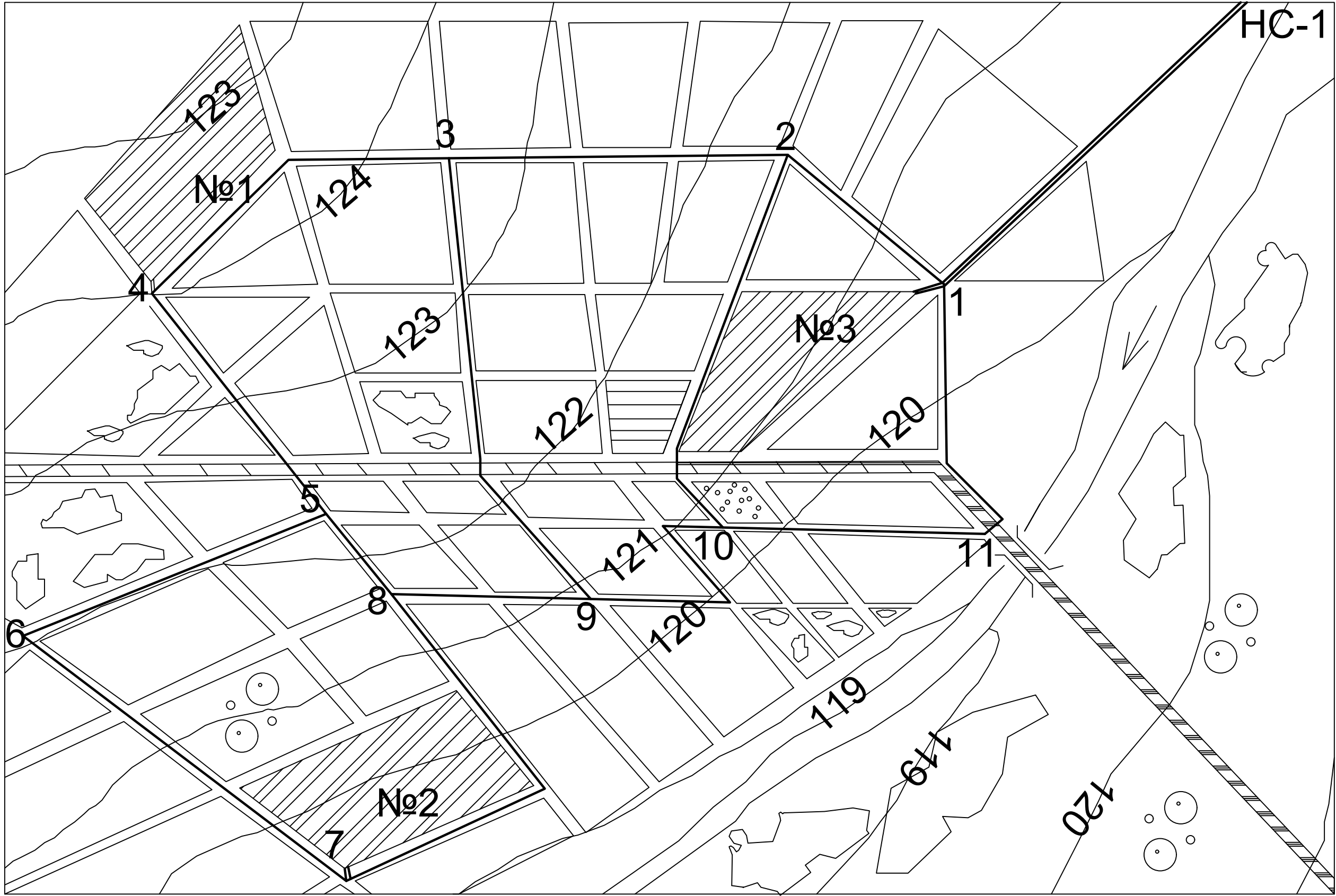
Розріз 1-1



Натуральна відмітка землі, м	124,000	124,070	124,170	124,400	124,400	124,700	125,000
Відстані, м	6,40	3,00	3,90	1,20	2,00	2,30	

Розміри на Листі 1 вказані в метрах							
				Атестаційна випускна робота: Низьконапірний гідротехнічний водозабірний вузол			
				Кафедра водопостачання та водовідведення			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Водозабір	Стадія	Лист
Розробив	Ільків Р.Р.					АВР	3
Перевірив	Величко С.В.						5
Зад. кафедри				Хоружий В.П.	План водозабору (М 1:500); розріз 1-1 (Г 1:50, В 1:50).		ГБ-41

План міста та водопровідної мережі М 1:10000



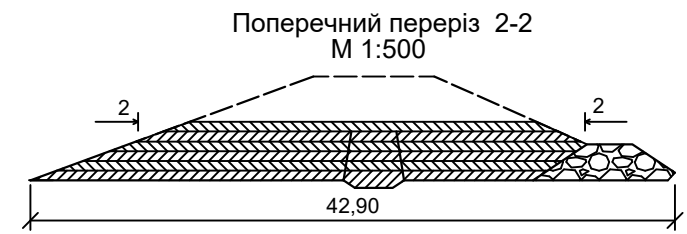
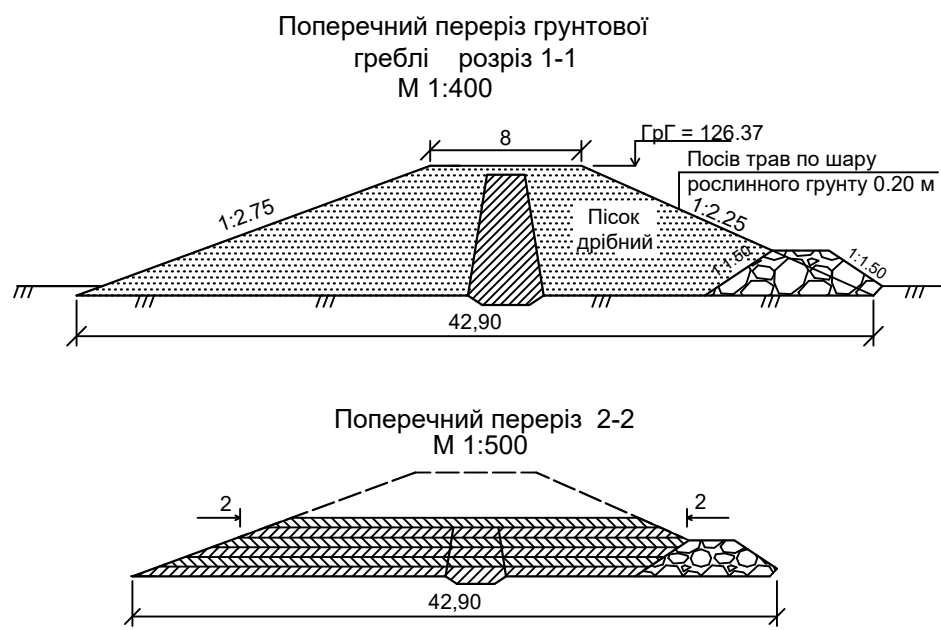
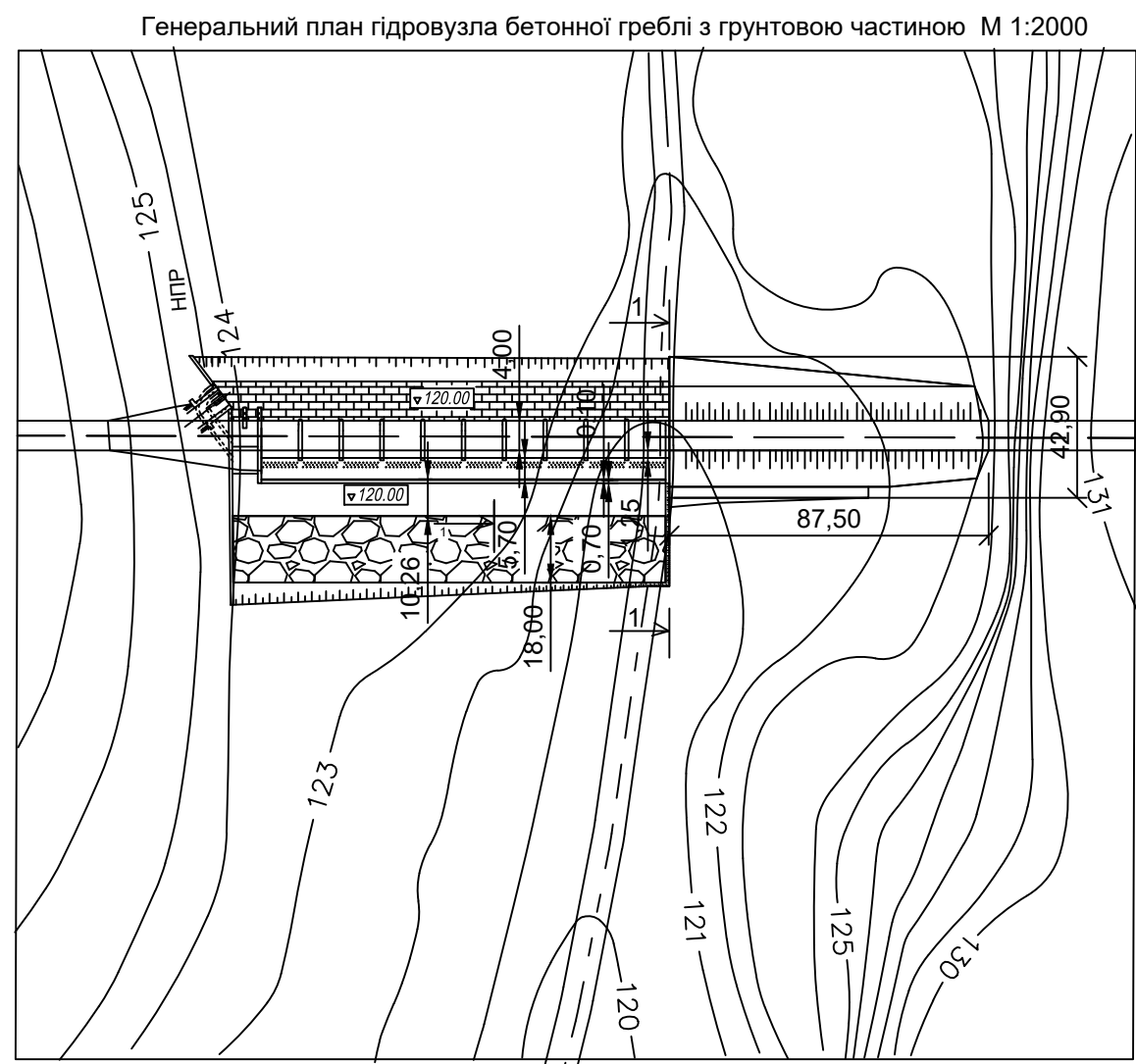
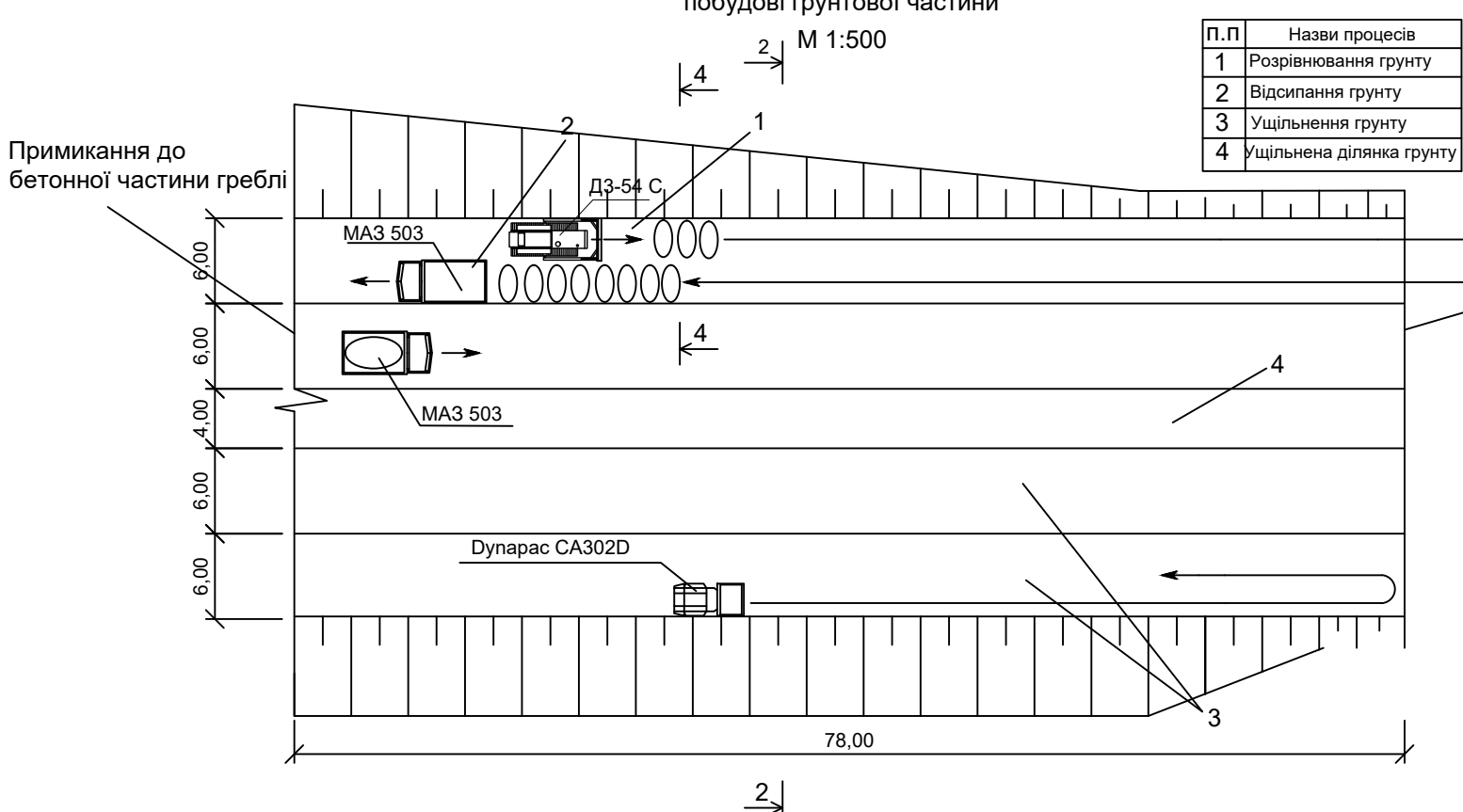
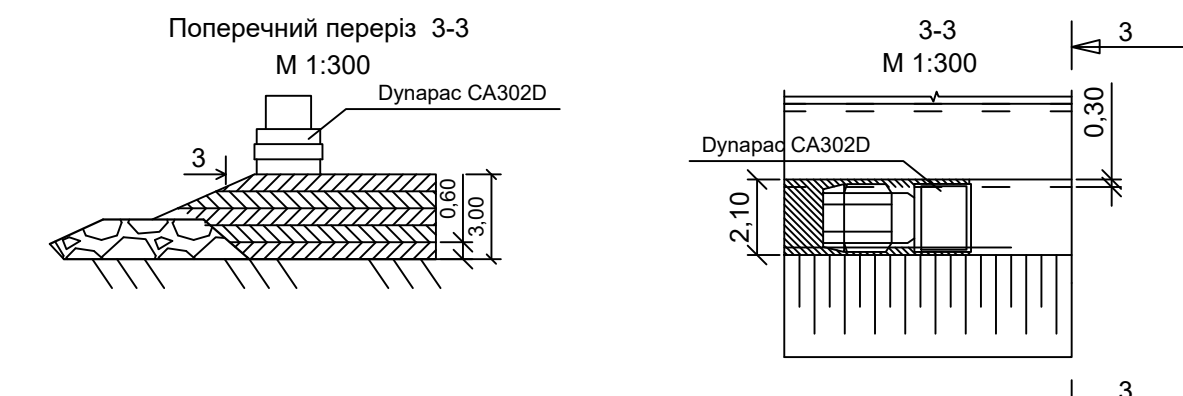
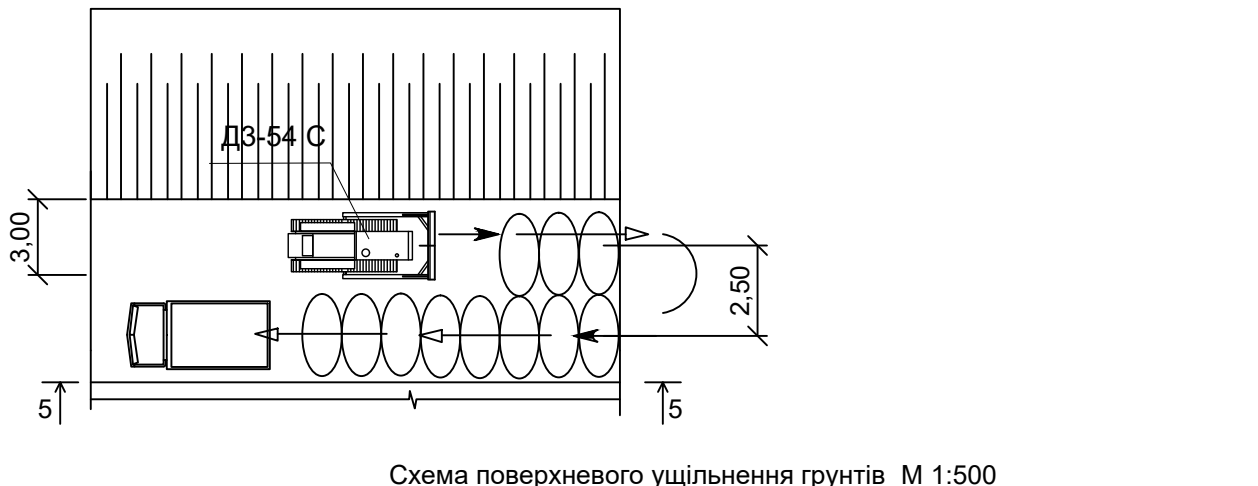
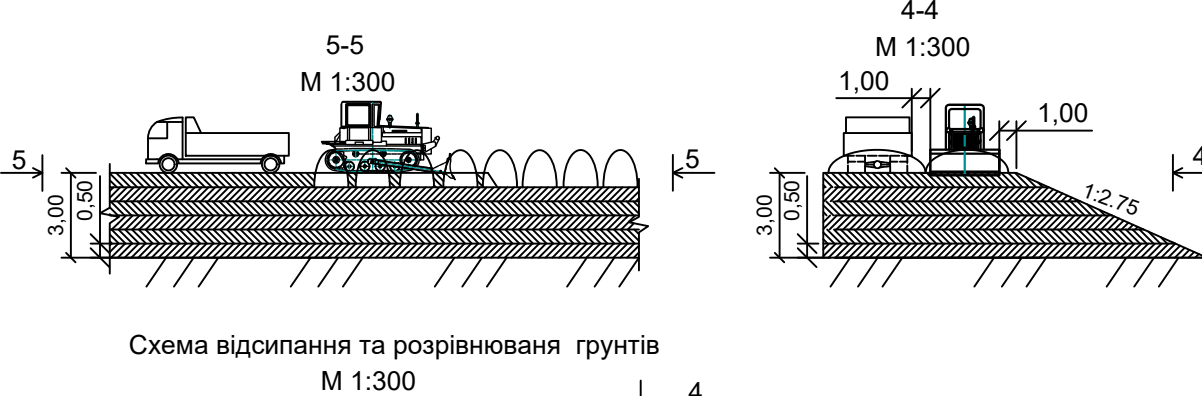


Схема з виконання робіт при побудові ґрунтової частини



Примічання до греблі

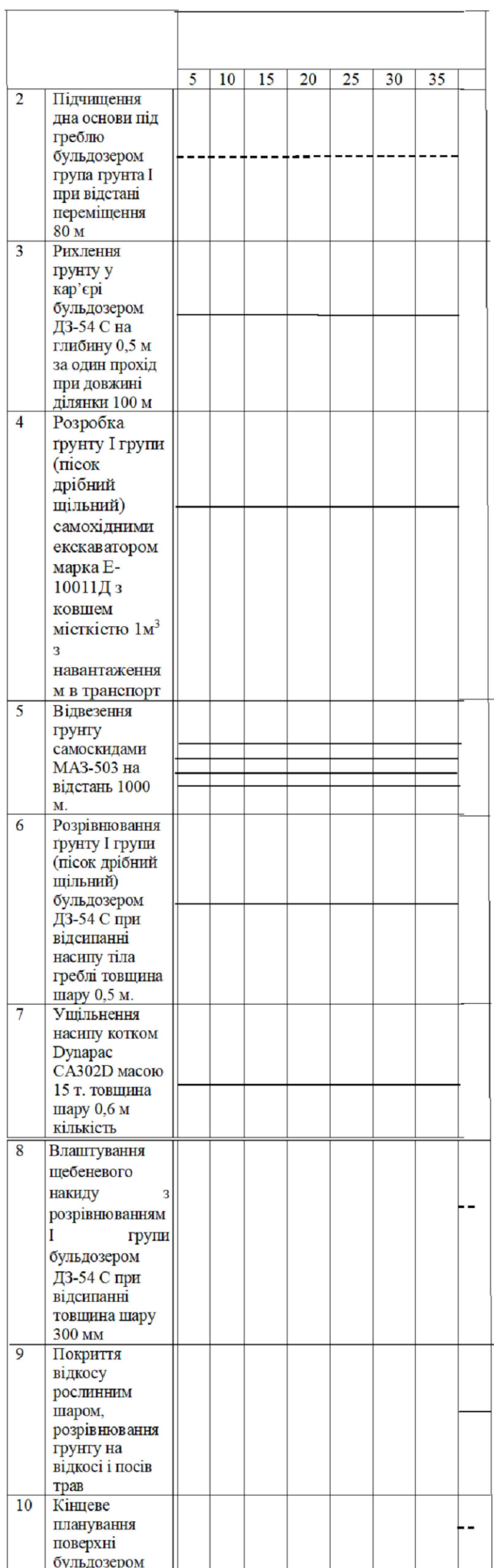


Потреба в буд. конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні				
№ Пор.	Конструкції, деталі, напівфабрикати, матеріали і устаткування	Марка	Од. виміру	Кількість
1	Супсок	-	м³	14381,256
2	Щебень	-	м³	2111,375
3	Насіння трав	-	гр	135000
4	Бруски 75мм	IV сорт	м³	1,2
5	Дошки 25мм	IV сорт	м³	1,8
6	Дошка 40мм	IV сорт	м³	1,5
7	Гвіздки	-	кг	3,5
8	Рослинний шар	-	м³	453

Технологічні розрахунки										
№ проєс у	Найменування процесів і послідовності на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм.		Прийнятний склад ланок і бригади		Машини, марка, кількість	Тривалість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	Кількість			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Підчищення дна основи під греблю бульдозером групу ґрунта І при відстані переміщення 80 м	100 м³	2,3	8,073/8 8,073/8 1,01 = 1,01	10 10	Машиніст т.бр.	1	Бульдозер ДЗ-54 С (1шт.)	Включено по П.5.	10,1
3	Рихлення ґрунту у кар'єрі бульдозером ДЗ-54 С на глибину 0,5 м за один прохід при довжині ділянки 100 м	100 м³	143,81	8,62/8 8,62/8 1,12 = 1,12	35 35	Машиніст т.бр.	1	Бульдозер ДЗ-54 С (1шт.)	35	3,2
4	Розробка ґрунту І групи (пісок дрібний щільний) самостійними екскаватором марка Е-10011Д з ковшем місткістю 1м³ з навантаженням в транспорт	100 м³	143,81	287,62/8 287,62/8 35,95 = 35,95	35 35	Машиніст т.бр.	1	Екскаватор з прямою лопатою Е-10011Д	35	102
5	Відвезення ґрунту самоскидами МАЗ-503 на відстань 1000 м.	100 м³	143,81		35/35	Машиніст т.бр.	4	Самоскид МАЗ-503	35	13,35
6	Розрівнювання ґрунту І групи (пісок дрібний щільний) бульдозером ДЗ-54 С при відсіпанні насипу піла греблі товщина шару 0,45 м.	100 м³	143,81	47,46/8 47,46/8 5,93 = 5,93	35 35	Машиніст т.бр.	1	Бульдозер ДЗ-54 С (1шт.)	35	16,9
7	Ущільнення насипу котком Дупарас СА302Д масою 15 т. товщина шару 0,6 м кількість проходів одним слідом 4	100 м²	143,81	35,95/8 35,95/8 4,49 = 4,49	35 35	Машиніст т.бр.	1	котком Дупарас СА302Д (1 шт.)	35	12,8
8	Влаштування щебеневого накиду з розрівнюванням І групи бульдозером ДЗ-54 С при відсіпанні товщина шару 300 мм	100 м²	21,11	20,9/8 20,9/8 2,61 = 2,61	3 3	Машиніст т.бр.	1	Бульдозер ДЗ-54 С (1шт.)	3	130,5
9	Покриття відкосу рослинним шаром, розрівнювання ґрунту на відкості і посів трав	100 м²	4,53	24,009/8 24,009/8 3 = 3	3 3	Машиніст т.бр.	1	Екскаватор Е-10011Д	3	100
10	Кінцеве планування поверхні бульдозером	1000 м²	0,7	0,168/8 0,168/8 = 0,021	10 10	Машиніст т.бр.	1	Бульдозер ДЗ-54 С (1шт.)	Включено по П.5.	0,5
Всього				68,15	191,5					

Потреби в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі та пристроях				
№ Пор.	Маппини, устаткування, інструменти, інвентар та пристрої	Марка	Од. виміру	Кількість
1	Екскаватор	Е-10011Д	шт.	1
2	Автосамоскид	МАЗ- 503	шт.	4
3	Бульдозер	ДЗ-54 С	шт.	1
4	Коток	Дупарас СА302Д	шт.	1
5	Теодоліт, невелір	Оптичний стандартний з триногою	комплект	1
6	Рулетка	РЗ-30 м	шт.	2
7	Метр окладний дерев'яний	МОД	шт.	1
8	Лом	ЛМ-20, ЛМ-40	шт.	2
9	Лопата	Л	шт.	3
10	Сокира	А-2	шт.	2
11	Пила	-	шт.	2
12	Інвентарна метал. драбина	З огороженням	шт.	3
13	Переносна вежа освітлення у котловані	Інвентарна металева з трансформатором і двома прожекторами	шт.	4

Графіки виконання робіт



Заходи щодо охорони праці на будівництві.

Для уникнення надзвичайних ситуацій при будівництві земляної греблі слід дотримуватися деяких правил та заходів, які спрямовані для уникнення їх:

- Рух автомобілів на виробничих територіях, будівельних майданчика, вантажо-розвантажувальних майданчиків і під'їзних колій до них необхідно регулювати чинними дорожніми знаками і покажчиками;
- Транспортні засоби й устаткування, що застосовується для вантажно-розвантажувальних робіт, повинні відповідати габаритам майданчика і характеру вантажу;
- Транспортні та вантажо-навантажувальні роботи потрібно виконувати механізованим способом з дотриманням порядку транспортування, навантаження і розвантаження та відповідних вимог безпеки затверджених керівництвом;
- До керування різними видами спец. техніки допускаються тільки водії та оператори з відповідною категорією;

Під час виконання безпосередньо земляних та інших робіт у котлованах, траншеях, необхідно вжити заходів із запобігання впливу на працівників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів як:

- Обвалення гірських порід, ґрунтів;
- Падіння шматків породи;
- Машини та їх робочі органи, що рухаються, предмети, що ними переміщуються;
- Недостатня освітленість робочої зони;
- Підвищена запиленість та загазованість повітря на робочому майданчику.

Техніко-економічне обґрунтування

Табл. №3			
Параметри порівняння	Одиниця виміру	Варіант 1(скрепер)	Варіант 2(екскаватор)
Експлуатаційна продуктивність	м³	473	1086,62
Тривалість роботи	змін	31	14
Норми часу на 1 км переміщення машин		0,07	2
Розійнки на 1 км переміщення машин		0,08,5	1-97
Склад		Машиніст 6 разр. - 1	Машиніст 6 разр. - 1
Ціна		1000000	30000

Обираємо варіант 2, так як він більш економічно-доцільний

Схема операційного контролю якості робіт

Табл. 10					
Операції які підлягають контролю виконавця		Контроль якості виконання операцій			
майстром	склад	спосіб	строки	Залучені служби	
Розбивка вісей і контурів греблі і підсіпок під'їздів	Влаштування підсіпок для доріг	Точність вносу розбивки	Теодоліт, невелір, рулетка	До початку будівництва	Геодезисти
	Зняття ґрунту в основі греблі. вдовідлив	Послідовність розробки ґрунтів	Теж саме	До початку будівництва	лабораторія
	Будівництво греблі	Товщину шарів відсіпання, геометричні розміри, висотні відмітки, якість ущільнення, кути закладання укосів	Теж саме	В процес будівництва греблі	Геодезична служба лабораторія
	Планувальні роботи	Проектні відмітки	Нівелір	Після будівництва греблі	Геодезична служба, лабораторія

Всі розміри на кресленні проставлені у метрах

				Атестаційна випускна робота: Низьконапірний гідротехнічний водозабірний вузол		
				Кафедра водопостачання та водовідведення		
Зм.	Арх.	№докум.	Підпис	Технологічна карта на влаштування насипу ґрунтової частини бетонної греблі		
Розробив	Ільків Р.Р.					
Перевірив	Уманець І.М.					
Керівник	Велічка С.В.					
				Схема виконання робіт (М 1:500); Відсіпання та розрівнювання ґрунту (М 1:300); Ущільнення ґрунту (М 1:500); Розрізи: 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5; Технологічні розрах., графіки викон. робіт.		
Зав. кафедр	Хоружий В.П.			ГБ-41		