

УДК 624.012.25:626338:626.816

**ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ СТАН ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ
НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗЕМЛЯНОЇ ГРЕБЛІ
ВОДОСХОВИЩА ЗОНИ ЗАМІСЬКОГО МАСОВОГО ВІДПОЧИНКУ**

**ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСЛОВИЙ
НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЫ
ВОДОХРАНИЛИЩА ЗОНЫ ЗАГОРОДНОГО МАССОВОГО ОТДЫХА**

**OPERATING CONDITION AND TO ENSURE THE NORMAL
OPERATION OF EARTH DAM RESERVOIR ZONE SUBURBAN PUBLIC
RECREATION**

Кваша В.Г., д.т.н., проф., Салийчук Л.В., к.т.н., с.н.с. (Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів)

Кваша В.Г., д.т.н., проф., Салийчук Л.В., к.т.н., с.н.с. (Национальный университет «Львовская политехника», г.Львов)

Kvasha V.G. dr. prof., Saliychuk L.V. phd, senior research fellow (Lviv Polytechnic National University, Lviv)

Представлені результати обстеження експлуатаційного стану земляної греблі водосховища зони заміського масового відпочинку та рекомендації з її відновлення та забезпечення умов подальшої нормальної експлуатації греблі водосховища.

Представлены результаты обследования эксплуатационного состояния земляной плотины водохранилища зоны загородного массового отдыха и рекомендации по ее восстановлению и обеспечению условий дальнейшей нормальной эксплуатации плотины водохранилища.

The results of inspection operating condition of earth dam reservoir area of suburban recreation and recommendations for its restoration and to ensure further normal operation of the dam reservoir are given.

Ключові слова:

Земляна гребля водосховища, експлуатаційний стан, міцність і стійкість проти розмиву, умови експлуатації

Земляная плотина водохранилища, эксплуатационное состояние, прочность и стойкость против размыва, условия эксплуатации

Earthen dam reservoir, operational status, strength and resistance to erosion, operating conditions

Вступ. Мета роботи. На території України, переважно в сільській місцевості, знаходиться велика кількість штучних водойм, які мають різноманітне функціональне призначення і належать різним суб'єктам господарювання. Це і ставки або озера загального користування, які забезпечують водогосподарські, рекреаційні і спортивно-відпочинкові потреби місцевих громад, спеціалізовані водойми рибного господарства, а також особливий тип водойм, об'єднаних з місцевими гідровузлами, до складу яких входять гідроелектростанції незначної потужності [1,2,7,9,10]. В більшості випадків внаслідок поєднання різних експлуатаційних функцій використання штучних водоймищ є багатофункціональним і передбачає одночасно з залученням їх у господарську діяльність створення умов побуту і відпочинку населення (пляжі, водні види спорту та ін.).

Штучні водойми влаштовують шляхом перегородження в низинній місцевості малих річок ґрунтовими греблями або відведення частин русла ріки в низинні ділянки місцевості з наступним їх огороженням ґрунтовими дамбами і влаштуванням водоприймачів та водорегулювальних вузлів, інколи поєднаних з малими місцевими гідроелектростанціями [9,10]. Таким чином, як правило, всі вони мають у своєму складі гідротехнічні споруди різних видів і класів від простих земляних дамб (гребель) висотою 5...10 м з водорегулюючими спорудами до більш складних гідровузлів з берегоукріплювальними конструкціями для захисту від розмиву берегів і захисних дамб.

Через недоліки в експлуатації або її відсутність та недотримання вимог відповідних ДБН [4,6,7] до нормованих термінів періодичних обстежень значна кількість штучних водойм знаходиться в незадовільному стані, а основний їх елемент – гідротехнічні споруди мають серйозні дефекти і пошкодження, що виникли в процесі багаторічної експлуатації: руйнування захисних конструкцій берегоукріплення, вихід з ладу систем регулювання рівня води, замулення наносами дна чаші водойми і заростання водною рослинністю, хвилеві руйнування земляних дамб, переформування русла і переробка берегів та ін. Такі об'єкти потребують ремонту або відновлення.

Тому метою даної роботи було на конкретному прикладі функціонування однієї із характерних штучних водойм у сільській місцевості показати реальний технічний стан її гідротехнічних споруд, проаналізувати вплив виявлених дефектів на експлуатаційний стан захисних і берегоукріплювальних конструкцій та рекомендувати прості способи відновлення їх експлуатаційних функцій

Існуюча гідротехнічна споруда штучної водойми. Гідротехнічна споруда обстежуваної штучної водойми складається з водоутримуючої земляної греблі і водоспускної споруди для регулювання рівневого режиму водосховища (рис.2). Обстеження їх стану в натурі та перевірочні розрахунки земляної греблі виконані у зв'язку з необхідністю проведення ремонтних робіт, а також наступного використання водойми для рибного господарства.

Мета обстеження – встановлення стану греблі і водовипускної споруди, наявності в них дефектів, переробки берегів і розмивів під дією хвилебою, а також розробка рекомендацій з забезпечення умов подальшої нормальної експлуатації греблі і водовипуску.

Обстежувана гребля являється водозливною запрудою штучної водойми заплавного типу, який є верховим в каскаді водойм влаштованих в заплаві проілюстрованого струмка для використання в господарських цілях. Таким чином гребля представляє собою водогосподарську споруду призначену для утримання води у верховій водоймі, регулювання її горизонту та, при необхідності, скидання в низовий. Одночасно гребля служить польовою автомобільною дорогою без твердого покриття. За існуючою класифікацією [3,4,6,8] вона відноситься до земляної напірної гідротехнічної споруди постійного типу, основної, четвертого класу, а за класом наслідків (відповідальності) СС1. Загальний вид гідроспоруди показаний на рис. 1.

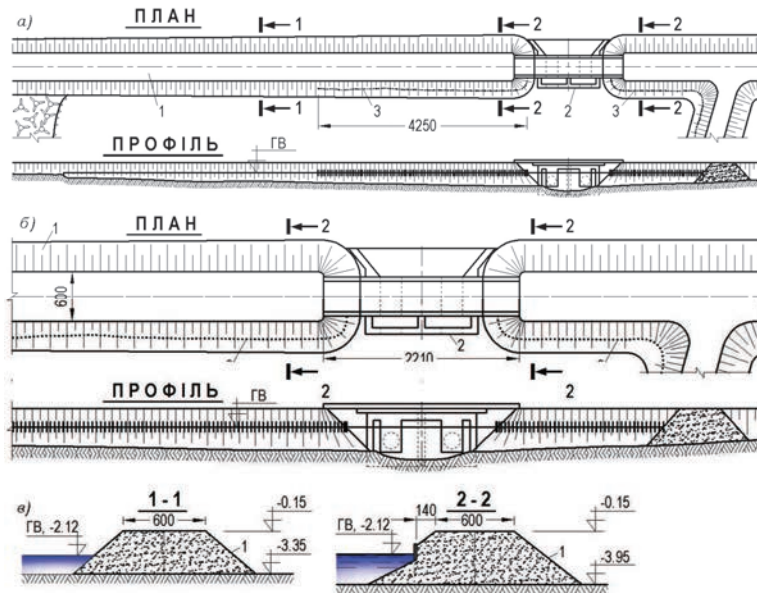


Рис. 1. Загальний вид існуючої водонапірної греблі

Чаша утвореного греблею водоймища розташована в межах заплави невеликої ріки (струмка) на рівнинній ділянці місцевості з ухилом в сторону русла не більше 0,001. Прибережна зона мілководна глибиною 0,8-1,2 м, глибинна область розташована в межах русла ріки. В цій зоні глибина не перевищує 1,5...1,8 м. В цілому водоймище відноситься до мілководних. Береги пологі, без обривів, зі сторони впадання у водоймище ріки – частково заболочені. Дно поросле водною рослинністю, замулене, стійке до розмиву. Стан води при відсутності вітру спокійний, швидкість її руху до водовипуску

украї незначна. Живлення водоймища за рахунок стоку ріки, весняних талих вод, та круглорічної дощової води. Рівень води регулюється затвором водовипуску. Водоймище розташоване в лісі у відпочинковій зоні, являється місцем лову риби, купання і проведення спортивних заходів.

Існуюча гребля проектувалась і будувалась як насип недобудованої вузькоколіїної залізної дороги на ділянці підходів до залізобетонного моста через струмок, тобто без врахування вимог, пред'явлених до підпірних гідротехнічних споруд [3,8]. В подальшому насип був використаний як запруда для створення верхового ставка. Влаштування його виконували господарським способом силами місцевого колгоспу без розробки спеціального проекту, виконання обстеження і перерахунку існуючого насипу залізниці при використанні його в якості напірної водоутримуючої греблі. При влаштуванні ставка існуючий двопрольотний залізобетонний міст був частково перебудований і пристосований під водоскидну споруду (рис.2), призначену для регулювання рівня води у верховому ставку і скидання її надлишків в період танення снігу і повеней. Перебудову моста також здійснювали без проекту і достатнього технічного обґрунтування.

Відсутність будь-яких технічних обґрунтувань можливості використання дорожнього насипу для водоутримуючої греблі та перебудованого моста в якості водоскидної споруди поставило під сумнів міцність, надійність і стійкість цих споруд, а також можливість їх подальшої нормальної експлуатації при існуючому гідрологічному режимі водоймища і стало причиною здійсненого обстеження, яке включало виконання наступних робіт:

- обстеження в натурі стану земляної греблі і існуючого моста з виконанням обмірних креслень;
- перевірочні розрахунки укосів греблі та їх укріплень на хвильові дії;
- перевірка стійкості тіла греблі;
- аналіз стану несучих конструкцій існуючого моста і прибудованих до нього елементів водоскиду;
- розробка рекомендацій з укріплення укосів греблі, основи водоскиду та забезпечення нормальних умов експлуатації споруди в цілому.

Результати обстеження гідротехнічної споруди верхового ставка. Існуюча гребля (рис.1) споруджена з ґрунтового матеріалу – піску щільного і середньої щільності. В поперечному перерізі форма її близька до трапецевидної із середнім закладанням укосів 1:1,5. Ширина по гребеню 6,0м, по підшві – змінна від 8,0 до 14,6 м в залежності від висоти, яка біля примикання до моста становить біля 3,8 м. Насип тіла греблі відсипався насухо пошарово без спеціальних заходів з забезпечення непроникливості, тому можлива фільтрація води через тіло греблі. Переливи води через гребінь греблі не спостерігали. Поздовжній профіль греблі майже горизонтальний. На проїзній частині ґрунтової дороги, яка проходить по гребеню мають місце вибоїни і наїжджена колія глибиною 20...25 см.

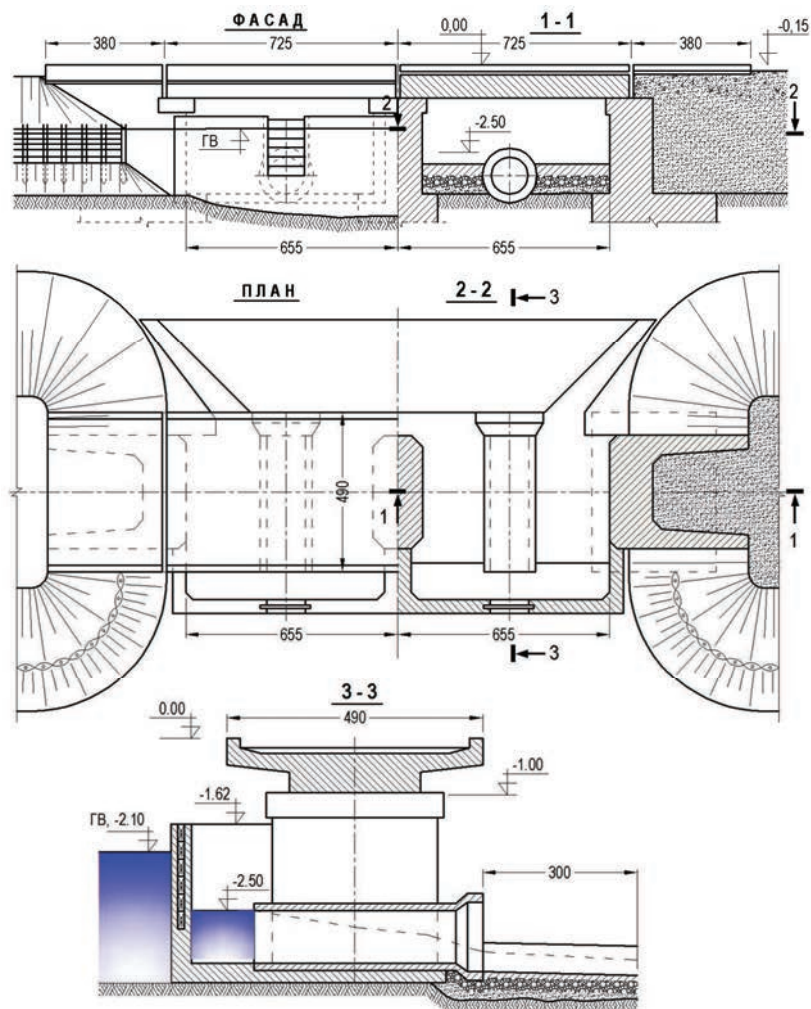


Рис. 2. Водоскидна споруда водоутримуючої греблі

Верховий і низовий укоси не порушені, мають густий трав'яний покрив, порослі одиночними кущами. Укоси стійкі, без місцевих розмивів з низової частини і дощових вимивів з верхової, а також слідів сповзання ґрунту. Закладання верхового укосу в межах рекомендованих величин 2,0...2,5. Закладання низового укосу 1,5...1,75 задовольняє конструктивні вимоги.

Основою греблі є однорідні супіщані і піщані ґрунти середньої щільності. Примикання тіла греблі до берегів пологоє зі сторони низового укосу і через вертикальну стінку – зі сторони верхового.

В цілому стан тіла греблі можна вважати задовільним.

При виконанні ремонтних робіт верховий укос греблі був укріплений вертикальною стінкою – огорожею із забитих в дно водоймища кілків, переплєтених вербовими прутами (рис. 1) з досипанням ґрунту за стінку та збільшенням пологості існуючого укосу. Висота стінки змінна 0,7...1,0 м. Влаштування такої стінки частково закріпило верховий укос, однак, викликало додаткові динамічні хвильові дії на тіло греблі. На період обстеження стінка має задовільний стан і утримує ґрунт укосу від сповзання.

Існуючий залізобетонний міст, розташований приблизно на третині обстежуваної ділянки греблі, балковий, двопрольотний з довжиною прольотів по 5,8 м у світлі (рис. 2). Прольотна будова плитна з монолітного залізобетону, шириною 4,9 м. Опори масивні: берегові – бетонні стояни із зворотними стінами, проміжна – масивний бик шириною 1,5 м. Стан прольотних будов обох прольотів задовільний. Структура бетону щільна, відсутні ознаки його вилуговування і розтріскування. Не виявлені також ознаки відшарування захисного шару, що свідчить про задовільний стан арматури і відсутність її корозії. Видимі ознаки осідань або зсувів опор не відмічені. Міст, який призначався під залізницю вузької колії, може бути використаний під місцеву автомобільну дорогу 5-ї технічної категорії без підсилення.

Як відмічалось вище, на його основі влаштована водоспускна споруда шляхом встановлення зі сторони ставка невисокої водозливної залізобетонної стінки, опорами, якої служать опори існуючого моста (рис. 2). В стінці приблизно в середині отвору кожного прольоту моста влаштовані прямокутні отвори, перекриті плоским вертикальним затвором з дощок. Водобійні колодязі за стінкою з'єднані з залізобетонними трубами діаметром 1,2 м, укладеними в русло ріки і випускаючими воду в низовий ставок. Для запобігання розмиву основи труб і русла ріки навколо них труби частково обетоновані. Не дивлячись на це місцеві розмиви мають місце, особливо на виході з труб. Стан конструктивних елементів водозливів задовільний, однак необхідні додаткові заходи з запобігання місцевого розмиву русла ріки.

Перевірочні розрахунки греблі. Оскільки для водоутримуючої греблі верхового ставка використаний існуючий насип недобудованої залізничної колії (підходи до моста), який будувався без врахування вимог ДБН [3...8] до земляних водонапірних гідротехнічних споруд, виникли цілком обґрунтовані сумніви в забезпечення стійкості укосів греблі проти розмиву, зсуву та обвалювання і взагалі можливості подальшої нормальної експлуатації греблі при існуючому гідрологічному режимі ставка. Ці міркування стали підставою для виконання комплексу розрахунків насипу як земляної гідротехнічної споруди відповідно до вимог чинних нормальних документів [4,5,6]. Мета розрахунків – перевірка достатності існуючих розмірів і профілю греблі за умовами міцності, стійкості та придатності до нормальних умов експлуатації. Визначені розрахунком експлуатаційні показники повинні задовольняти вимоги до водонапірної греблі з ґрунтових матеріалів постійного типу, четвертого класу.

Оснoву викoнаних рoзрахункiв склaдaв рoзрахунок дiї вiтрових хвиль нa греблю, який включaв визнaчення рoзрахункoвих пaрaметрiв вiтрових хвиль з зaбезпечeнiстю 4% (для гiдротeхнiчних споруд 4-гo клaсу), a сaмe: висoту i довжину хвиль, нaкoчувaння хвиль, вiтровий нaгiн тa гoризoнтaльний тиск стoячих хвиль нa вeртикaльну стiну з облeтeних лoзoю дeрeв'яних кiлкiв при пiдхoдi до нeї як грeбeня, тaк i улoвини хвиль (рис. 3, a, б). Крiм тoгo рoзрахункoм пeрeвiряли дoстaтнiсть висoти грeбeня грeблi вiднoснo стaтичнoгo рiвня вoди нa дiю вiтрових хвиль, тoбтo мoжливiстi пeрeкoчувaння хвиль чeрeз iснуючий грeбiнь тa йoгo рoзвиму динaмiчнoю хвильoвoю стiнoю, a тaжoж мiцнiсть вeртикaльнoгo крiплeння вeрxoвoгo укoсу зaбрiнoю стiнкoю з дeрeв'яних кiлкiв нa гoризoнтaльну дiю стoячoї хвиль.



Рис. 3. Розрахункові схеми до розрахунку міцності огорожуючої стінки
 а – епюра розподілу тиску при підході до стінки гребеня хвилі (розмірність МПа); б – при підході впадини хвилі; в – розрахункова схема дії тиску води на кілки огорожуючої стінки (P_m – середній тиск на стінку)
 1 – дерев'яний кілок, 2 – укос греблі, 3 – площина умовного защемлення кілка в основі греблі, 4 – оплетення кілків лозою

Рoзрахунок oснoвних пaрaметрiв вiтрових хвиль нa внутрiшнiх вoдoймaх – висoту i довжину викoнували зa рeкoмeндaцiями ДБН [5], a для пoрiвняння зa дoсить ширoкo рoзпoвсюджeними мeтoдaми A.П. Брaслaвськoгo, Н.В. Лaбoвськoгo, виклaдeними в [8]. Вихiдними дaними для рoзрахунку прийнятo: рoзгiн $D=250$ м, швидкiсть вiтру $W=20$ м/сек. при нeпeрeрвнiй

його дії протягом 6 год., глибина водойми $H=1,2$ м. Порівняння результатів розрахунку за прийнятими методиками зведена в таблицю:

№ з/п	Метод розрахунку	Висота хвилі, h , м	Довжина хвилі, λ , м
1.	СНиП 2.06.04-82[5]	0,3	2,5
2.	За А.П. Браславським [8]	0,3	3,1
3.	За Н.О. Лабзовським [8]	0,27	2,7

За трьома методиками розрахунку отримані майже однакові результати.

Розрахована висота накочування хвиль на укос складає 0,93 м при висоті вітрового нагону 0,07 м. При таких даних існуюча висота греблі недостатня для забезпечення стійкості проти розмиву її гребеня перекочуванням хвиль. Необхідне її досипання або додаткове укріплення верхового укосу для збільшення коефіцієнту шорсткості і зменшення висоти вітрового накочування хвиль.

Розрахункові схеми розподілу тиску при підході гребеня і улоговини хвилі для розрахунку міцності вертикальної огорожуючої стінки з оплетених лозою дерев'яних кілків показані на рис. 3. За результатами цього розрахунку міцність стінки на хвильовий тиск не забезпечується і при розрахунковій швидкості вітру можливе її руйнування з наступним розмивом укосу. Для утримання верхового укосу від розмиву необхідне додаткове підсилення стінки.

Оскільки основою греблі є однорідний піщаний ґрунт, а закладання укосів відповідає конструктивним вимогам ДБН [3,6,8] загальна стійкість тіла греблі перевірена на плоских зсув при статичному і динамічному тиску води. За результатами розрахунку стійкість тіла греблі на зсув забезпечується і підсилення її не потрібне.

Висновки і рекомендації з нормальних умов експлуатації греблі. За результатами аналізу стану елементів греблі та її перевірочних розрахунків для забезпечення нормальних умов експлуатації греблі можна рекомендувати наступні заходи:

1. В межах розрахункового рівня води виконати укріплення верхового укосу кам'яним накидом з несортваного каменю (рис. 4). Згідно з розрахунком, наявність кам'яного накиду на укосі збільшує коефіцієнт шорсткості і зменшує вітрове накочування хвиль до 0,36 м, що забезпечує стійкість греблі проти перекочування хвиль і місцевого розмивання її гребеня. Одночасно кам'яний накид підсилить і вертикальну захисну стінку з дерев'яних кілків. Для цього його необхідно розташувати за стінкою зі сторони дзеркала води. Мінімальний розмір каменів накиду згідно розрахунку становить 13 см. Кам'яний матеріал повинен відповідати вимогам до матеріалів земляних гідротехнічних споруд [6].

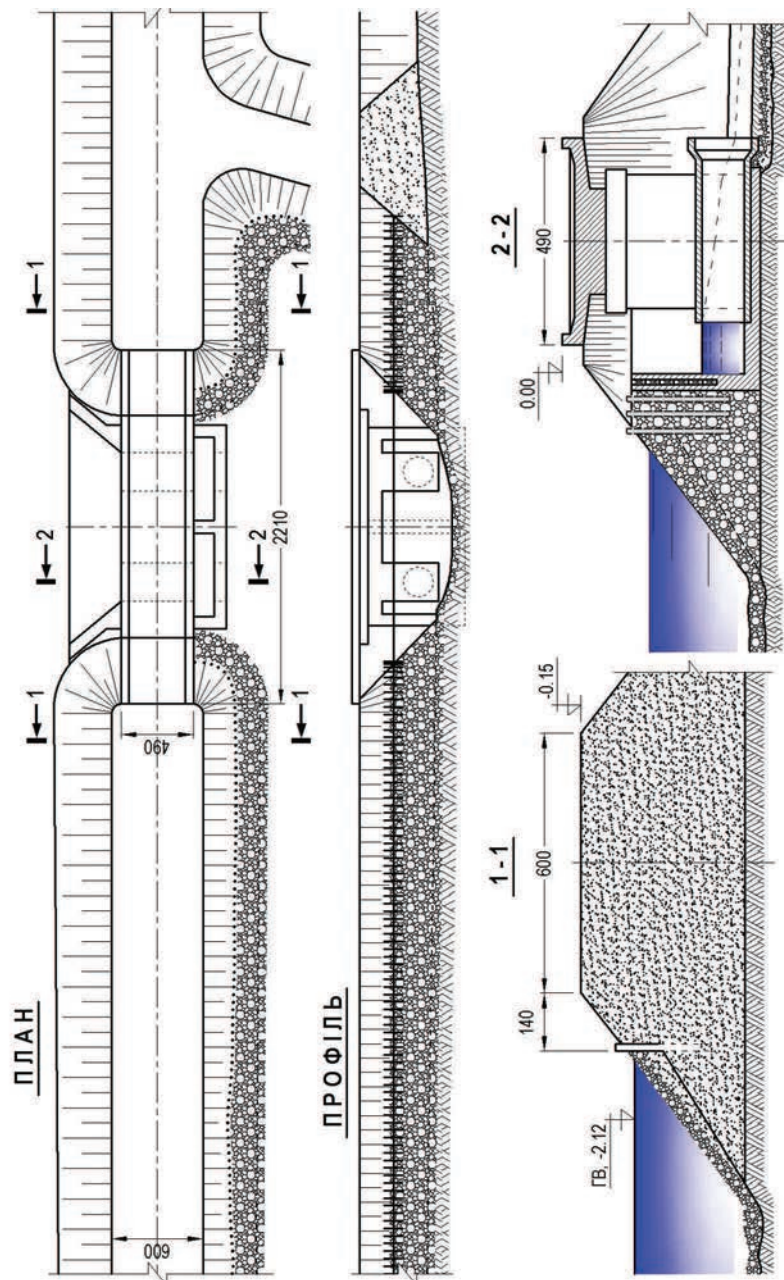


Рис. 4. Підсилення верхового укосу греблі кам'яним накидом.

2. На автодорозі, що проходить по гребеню греблі, необхідно влаштувати тверде покриття у вигляді щебеневої підготовки і асфальтобетонного покриття. Таке ж покриття влаштувати і на проїзній частині існуючого моста.

3. Низовий укіс достатньо захистити насадженням кущів і одернуванням на відкритих ділянках.

4. Щоб уникнути розмиву русла в місцях розташування водовипускних труб (рис. 4) необхідно виконати обетонування їх випускних отворів гідротехнічним бетоном товщиною шару до 200 мм. Перед укладанням бетону русло ріки очистити від мулу і рослинності та влаштувати щебенево-піщану підготовку товщиною 200-300 мм і кам'яне мощення.

1. Бабич Є.М. Дослідження технічного стану кріплення укосів земляної греблі після тривалої експлуатації / Є.М. Бабич, О.В. Гірський // 36. Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. –Рівне: НУВГП, 2005.-Вип. 13. –с.329-339. 2. Бабич Є.М. Оцінювання технічного стану залізобетонних кріплень ґрунтових укосів гідротехнічних споруд в процесі експлуатації та методи його відновлення. / Є.М. Бабич, О.В. Гірський // Рекомендації – Рівне-Южноукраїнськ: НУВГП, 2009. -39 с. 3. Гидротехнические сооружения: справочник проектировщика // Г.В. Железняков, Ю.А. Ибад-заде, П.Л. Иванов и др. / Под общей редакцией В.П. Недриги. –М.: 1983. -263 с. 4. ДБН В.2.4-3:2010. Гідротехнічні споруди. Основні положення. –К.: Мінрегіонбуд України, 2010. -37с. 5. СНиП 2.06.04-82. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения. (волновые, ледовые и от судов) / -М.: Госстрой СССР, 1986. -41 с. 6. СНиП 2.06.05-84. Плотины из грунтовых материалов / -М: Госстрой СССР, 1985. -32 с. 7. СНиП 3.07.02-82. Гидротехнические сооружения речные. –М.: Госстрой СССР, 1986. 8. Справочник по проектированию, строительству и эксплуатации городских дорог, мостов и гидротехнических сооружений. // Е.Е. Гибшман, Н.Н. Джунковский, П.А. Егоров / Под редакцией Н.Н. Джунковского и М.Д. Курдюмова / -М: Минкомунхоз РСФСР, 1961. -707 с. 9. Червинский Я.И. Оценка технического состояния водосбросного сооружения Хреницкого водохранилища на р. Стырь в Ровенской области. / Червинский Я.И., Шидловская О.В., Степанчук С.В. // Вісник Одеської державної Академії будівництва і архітектури. ч.І – Одеса: ОДАБА, 2013. – Вип. 49. -с. 347-353. 10. Червинский Я.И. Оценка технического состояния сооружений малой ГЭС на р. Ятрань в с. Полонистое Кировоградской области. / Червинский Я.И., Шуминский В.Д., Шидловская О.В., Степанчук С.В. // Вісник Одеської державної Академії будівництва і архітектури. ч.ІІ – Одеса: ОДАБА, 2013. –Вип. 49. -с. 201-268.