

УДК 624.131.2;725.42:620.9

Н.П. Чуканова, завідувач відділу
О.В. Мурсьова, заступник завідувача відділу;
О.В. Куролес, інженер-будівельник;
Ю.М. Халупка, інженер-будівельник, ДП "НДІБВ", м. Київ

МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ОБСТЕЖЕНЬ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД НА ПРИКЛАДІ ДЕРИВАЦІЙНОГО ТУНЕЛЮ ТЕРЕБЛЕ-РІЦЬКОЇ ГЕС

Анотація: В статті приведений практичний досвід виконання вимірювальних робіт під час інструментального обстеження гідротехнічних споруд на прикладі Теремле-Ріцької ГЕС в с. Нижній Бистрий, Хустського району, Закарпатської області. Результати виконання робіт з обстеження використовувались як збір вихідних даних для подальшого проектування капітального ремонту. За результатами комплексного обстеження було надано рекомендації з можливих методів ремонтно-відновлювальних заходів дериваційного тунелю Теремле-Ріцької ГЕС.

Ключові слова: розбивка пікетів, обстеження конструкцій, інструментальні випробування, геофізичне обстеження, ремонтні заходи, відновлення поверхонь, композитні суміші, полімерні суміші, що розширюються, адгезійні та гідрофобні властивості, герметичність.

Постановка задачі

В процесі планових обстежень дериваційного тунелю Теремле-Ріцької ГЕС експлуатуючою організацією було встановлено наявність дефектів, що потребують термінового усунення, для забезпечення можливості експлуатації дериваційного тунелю в звичайному режимі, а саме: протікання напірні та безнапірні, руйнування торкрет бетону з оголенням арматури, розмивання днища, тощо. Ймовірною причиною наявності протікань, є наскрізні отвори в стінках тунелю, що в наслідок локальних витоків могли призвести до суфозій та утворення порожнин за стінками тунелю ззовні. Наявність зовнішніх порожнин або місць ослабленого ґрунту, є можливою причиною втрат обсягів робочого потоку та можливих деформацій. У зв'язку з цим прийнято рішення про необхідність виявлення зовнішніх порожнин

або місць ослабленого ґрунту для їх ліквідації з метою запобігання аварійних ситуацій.

Характеристика об'єкту обстеження

Збудована ГЕС була в 1949-1955 роках, перший промисловий струм одержано в 1956-му. Потужність – 27 000 кВт, щорічне виробництво електроенергії – в середньому (залежно від рівня води в річках) 123 млн. кВт-годин. Після спорудження греблі виникло Вільшанське водосховище об'ємом 23,7 млн куб. м, площа водного дзеркала – 1,6 кв.км. Об'єкт обстеження дериваційний тунель круглого перерізу діаметром 2,52 м завдовжки 3,7 км, яким води ріки Теремлі, що забезпечують обертання турбін ГЕС потрапляють до річки Ріка (рис. 1).

Методика проведення візуально-інструментальних досліджень



Рис.1 – Схема влаштування Теремле-Ріцької ГЕС

Візуальне та інструментальне обстеження представлено як збір вихідних даних для подальшої розробки проекту капітального ремонту або реконструкції дериваційного тунелю.

Дериваційний тунель це об'єкт, що експлуатується в складних та особливих умовах, а отже діагностику його технічного стану рекомендується проводити з дотриманням таких положень:

а) конструктивний та інший захист об'єкта повинен бути перевірений на дотримання вимог чинних норм з будівництва у відповідних умовах;

б) об'єкт, який не відповідає вимогам чинних норм з будівництва у відповідних умовах, не може бути віднесений до категорії технічного стану "1" або "2", якщо достатність конструктивного та іншого захисту не доведена перевірними розрахунками відповідно до вимог чинних норм;

в) для об'єктів або їх частин, віднесених до категорії технічного стану "3" або "4", програма обмеженого режиму експлуатації розробляється науководослідними або проектними організаціями, які спеціалізуються у відповідній галузі будівництва.

До початку робіт було розроблено проект виконання робіт (ПВР) на виконання візуального та інструментального обстеження дериваційного тунелю Тербле-Ріцької ГЕС. ПВР включав інформацію, щодо організації та технології виконання робіт, інструментів та обладнання необхідних для виконання робіт, вказані заходи з охорони та безпеки праці.

Розроблено наступний порядок виконання робіт при обстеженні тунелю:

1. Роботи розпочинати тільки після осушення тунелю. Доступ до тунелю виконувати через підхідний штрек за 30 м до 36ПК.

2. Для представлення у вигляді схем дефектів з прив'язкою до місць їх розташування на розгортках тунелю слід виконати розбивання тунелю по пікетам з кроком 25, 50, 75 та 100 м.

3. Виконати обстеження тунелю для визначення технічного стану, встановити та зафіксувати: наявність відшарування захисного покриття тунелю, каверн, відсутність захисного шару бетону, виступи арматури, стан корозії металевих елементів, місця протікання води в середину тунелю, предмети, що перешкоджають протіканню води, нерівності внутрішньої поверхні.

4. Виконати інструментальне обстеження, в ході якого визначити міцність зчеплення торкрет покриття з бетоном стінок тунелю. Для попереднього визначення міцності бетону по всій довжині тунелю, розташування точок випробувань виконати через кожні 100 м на однаковій доступній висоті тунелю. У випадку значних відхилень міцності бетону від проектних значень, ділянка має бути досліджена більш детально. Визначення міцності торкрет покриття та бетону тунелю (механічними приладами). Визначення міцності торкрет покриття в місцях рівновіддалених один від одного (покриття не повинно мати ознак відшарування). Визначення міцності бетону в місцях, де відшарувалося торкрет покриття (місця вимірювань вибирали рівномірно по довжині тунелю.

5. Основними дефектами і пошкодженнями бетонних і залізобетонних конструкцій є: наднормативні тріщини і деформації від силових впливів (статичних і динамічних, в т. ч. особливих) та корозійно-

го походження; роздроблення, лушення, тріщини в стиснутому бетоні; оголення, випирання, зміщення арматури та порушення її зчеплення з бетоном; корозійні пошкодження бетону, арматури, з'єднувальних закладних деталей; технологічні дефекти (усадочні тріщини, розшарування бетону, недостатній захисний шар бетону, розуцільність у робочих швах тощо).

6. Основні характеристики, які підлягають визначенню при обстеженні: геометричні розміри конструкцій; деформації конструкцій (прогини, осідання тощо); параметри тріщин (ширина, довжина, глибина розкриття тріщин, їх місцеположення і характер); характеристики бетону; параметри механічних пошкоджень та руйнування бетону (глибина, площа тощо); розповсюдження корозії бетону (карбонізації, сульфатизації тощо); параметри армування (діаметр, напрям, крок, кількість тощо); ступінь пошкодження арматури і закладних деталей корозією та інші їх пошкодження (механічні, деформації, випинання тощо); характер корозії арматури та її колір; щільність продуктів корозії; площа та глибину ураженої поверхні; площа залишкового поперечного перерізу арматури.

7. Ширину розкриття тріщин в бетоні вимірюють в місцях максимального їх розкриття.

8. Геофізичні дослідження мають ряд особливостей, що виділяють їх серед інших видів інженерно-геологічних досліджень, а саме: інформация, отримана з них, носить інтегральний характер, тобто відноситься до певного об'єму (а не до "точки") породи; геофізичні методи дозволяють простежити геологічні межі безперервно; в ряді випадків інформація про характеристики масиву може бути отримана переважно за допомогою геофізичних методів (наприклад, оцінка неоднорідності масиву, визначення динамічних модулів пружності); геофізичні спостереження дозволяють оцінити стан породи і локалізувати область прогнозованої її зміни (наприклад: напруженість, цілісність, вологість і інше.);

9. Геофізичне обстеження для визначення геометричних розмірів та місць розташування порожнин та стану породи за облицюванням тунелю виконати у відповідності до ПВР. Виконати дослідження георадаром з радіусом дії до 50 м, після чого, за наявності аномалій на ділянці виконати більш детальне дослідження з радіусом дії до 4 м. В процес виконання робіт використати існуючий пікетаж, згідно якого початок робіт виконувати від 63ПК в напрямку 1ПК.

Виклад основного матеріалу

Під час виконання візуального обстеження конструкцій, виявлені дефекти та пошкодження (відшарування захисного покриття тунелю, каверн, відсутність захисного шару бетону, виступи арматури, стан корозії металевих елементів, місця протікання води в середину тунелю, предмети, що перешкоджають протіканню води, нерівності внутрішньої поверхні) відмічали на схемах-розгортках тунелю з прив'язкою до попередньо розмічених пікетів. Виконували фотофіксацію виявлених дефектів та пошкоджень, відео та фотозйомку процесу обстеження.

Діагностування технічного стану тунелю здійснювали через виконання необхідної сукупності обстежувальних, розрахункових та аналітичних процедур.

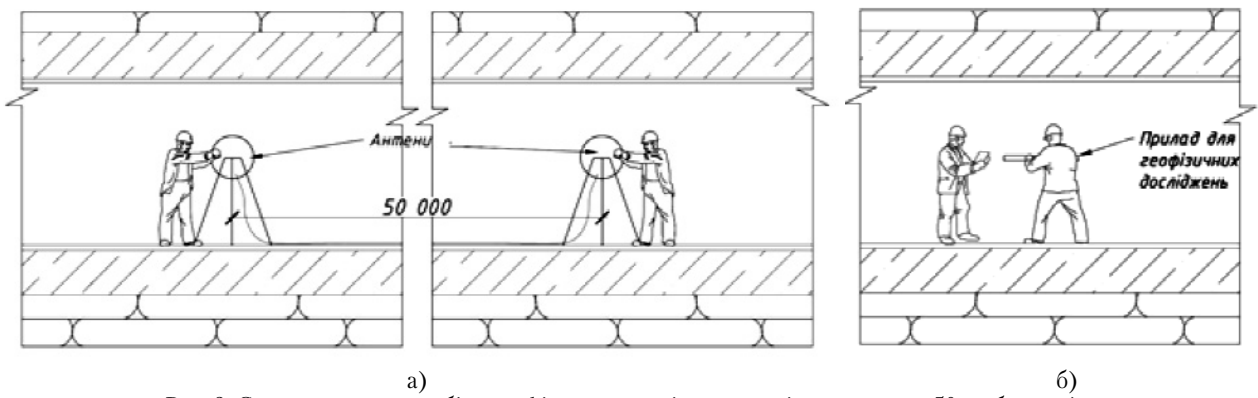


Рис. 2. Схема виконання робіт з геофізичних досліджень на ділянках: а - до 50 м; б – до 4 м

Фізико-механічні характеристики матеріалів конструкцій визначали: за допомогою стандартних неруйнівних та інших польових методів, а також шляхом вилучення зразків матеріалів та виконання стандартних лабораторних випробувань.

При визначенні фізико-механічних характеристик матеріалів і конструкцій керувалися вимогами та вказівками відповідних нормативних документів.

Інструментальне обстеження конструкцій тунелю полягає у визначенні: міцності зчеплення торкрет покриття з бетоном тунелю, міцності на відрив торкрет покриття та бетону тунелю, міцності на стиск торкрет покриття, міцності на стиск бетону. Інструментальні обстеження проводили з використанням приладів неруйнівного контролю (рис.3). Крім цього дослідження на ділянках, що межують з відшаруваннями виконано більш детально (досліджували на відстані 1 м від відшарування).

В методі радіохвильового зондування на вибраних оптимальних робочих частотах вимірюються компоненти електромеханічного поля (електричні або магнітні) та вивчається поглинання енергії радіохви-

ль пороною, геологічними або техногенними утвореннями, що знаходяться на трасі розповсюдження хвилі, між приймальною та випромінюючою антенною.

Передавач і приймач з випромінюючою і приймальною антенною розташовані, як правило, на певній відстані. Аналіз отриманих даних дозволяє визначити питому стійкість і діелектричну проникність порід в природному положенні та їх розподіл у досліджуваному середовищі. Діапазон використовуваних частот (0,1 – 30 МГц) дозволяє працювати в породах з питомим електричним опором від 20 Ом·м і вище при відстані між точками вимірювання від 5 до 60 м.

Технологічна схема виконання робіт з геофізичних досліджень на ділянках до 50 м та на ділянках до 4 м представлена на рис. 2.

Геофізичне обстеження для визначення порожнин та стану породи за облицюванням тунелю виконували з використанням антен георадару. Точки встановлення передаючої та приймаючої антен георадару розміщувались на лінії, розміченої на бічних поверхнях тунелю (стеля, дно, стіни) через кожні 50 метрів (рис. 4-5).

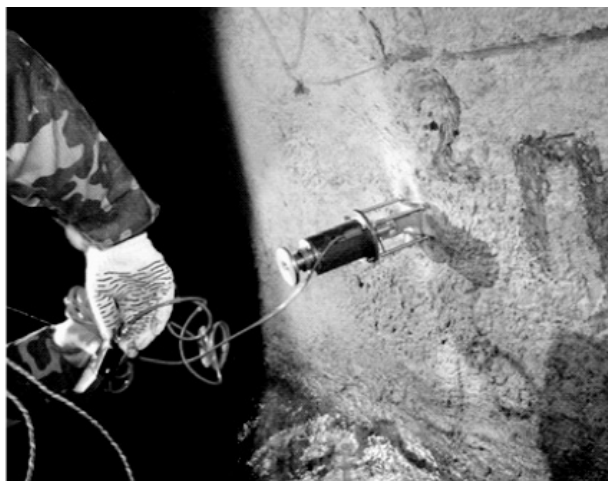


Рис.3. Визначення міцності на відрив з використанням адгезіометра

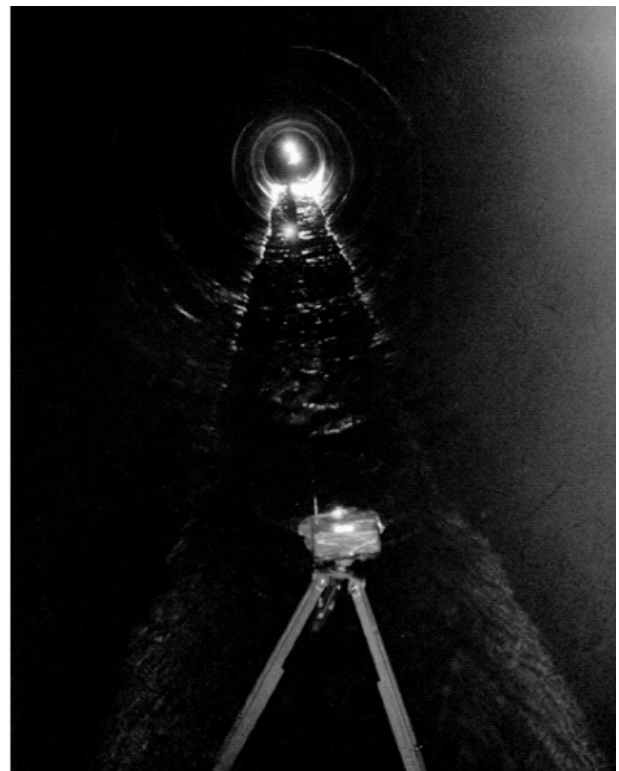


Рис.4. Дипольний індуктивний структуроскоп СДІ К-5



Рис.5. Розміщення вимірювальної системи в тунелю. На передньому плані - приймальна антена система

Обробка отриманих даних

Результати обстеження представлені у вигляді схем дефектів з позначеними місцями виконання інструментальних випробувань, на розгортках тунелю. Схеми дефектів розбивали на ділянки по 100 м у відповідності з розміченими при виконанні обмірних робіт пікетами, між пікетами відмічали відстані 25, 50 та 75 м, додатково штрих пунктирними лініями без підписів позначені відстані по 5 м (рис.6-7).

На схемах дефектів відповідними умовними позначеннями нанесено дефекти та пошкодження по внутрішній поверхні тунелю, місця визначення міцності матеріалів на відрив, місця визначення міцності на стиск (на розгортці такі місця пронумеровані, а в звіті про виконану роботу в табличній формі подано характеристики точок, що відповідають точкам на схемах дефектів та значення визначеної міцності на відрив та на стиск в цих точках).

Обробка результатів геофізичних досліджень, сумісно з геологічними даними, дозволила побудувати поздовжній розріз тунелю з геофізичною версією стану оточуючих оболонку тунелю гірських порід на відстані до 3,5м (рис.8), і виділити наступні гірські породи:

- скальні породи, незначного зволоження;
- великоуламкові піщаники та сланці, середнього зволоження;
- насичені вологою ґрунти, такі як сланці, глини.

За результатами проведеної роботи за допомогою геофізичних даних вдалося встановити структуру ґрунтового масиву за стінками тунелю до 3,5м та визначити геометричні дані ослаблених ділянок, вірогідних пустот та водяних мішків.

Проаналізувавши отримані дані з обстеження нами було надано рекомендації щодо відновлення герметичності тіла тунелю та заповнення порожнин за його стінками.

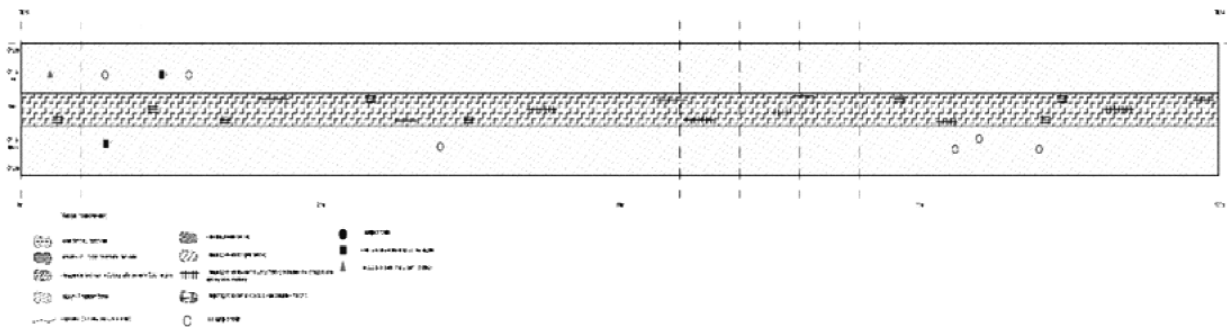


Рис.6. Приклад розгортки по внутрішній поверхні тунелю між ПК15 та ПК 14

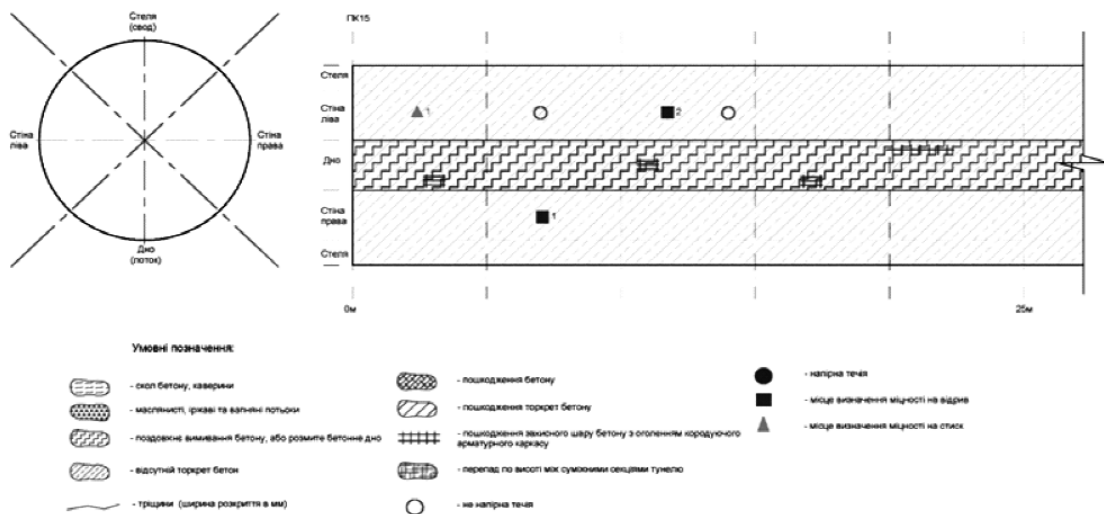


Рис.7. Фрагмент розгортки по внутрішній поверхні тунелю між ПК15 та ПК 14

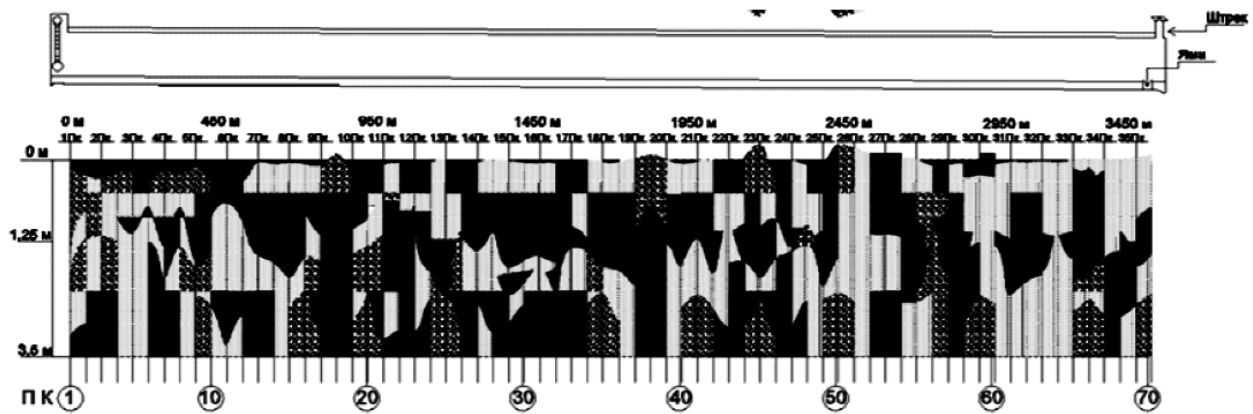


Рис.8. Фрагмент розгортки. Геофізична структура гірського масиву по протяжності дна та верхнього створу на глибинах до 3,5 м.

- – насичені вологою ґрунти, такі як сланці, глини;
- – великоуламкові піщаники і сланці, середнього зволоження ґрунти;
- – скальні породи, незначного зволоження ґрунти

Зокрема вологонасиченні місця ґрунтової основи за межами тунелю запропоновано заповнити по-

лімерними композиціями, що багатократно розширюються з високими показниками міцності, адгезійності та гідрофобності (рис. 9), а саме:

1. При пустотах великих розмірів із застосуванням матеріалів на крупнозернистих заповнювачах застосовується наступна послідовність проведення робіт при пустотах великих розмірів із застосуванням матеріалів на крупнозернистих заповнювачах. Виконується буріння 2-4 отворів діаметром 100-150мм, частина з яких буде використано для ін'єктування, решта як дренажний отвір для виходу рідин при ін'єктуванні. Під тиском нагнітаються крупнозернисті наповнювачі. Монтаж металевих ін'єкторних трубок, закріплення трубок в тілі труби шляхом чеканки отворів швидкодіючими розчинами. Через ін'єкторні металеві трубки діаметром 14*1 виконується ін'єктування матеріалів для заповнення пустот, витіснення будь-яких рідин із існуючих ліній навколо труби, утворення об'ємної мономолекули. Демонтаж ін'єкторних трубок.

2. При пустотах малих розмірів застосовується наступна послідовність. Виконується буріння 2-6 отворів діаметром 12 мм, частина з яких буде використано для ін'єктування, решта як дренажний отвір для виходу рідин при ін'єктуванні. Монтаж ін'єкторів, закріплення їх в тілі труби. Через ін'єктори виконується ін'єктування матеріалів для заповнення пустот, витіснення будь-яких рідин із існуючих ліній навколо труби, утворення об'ємної мономолекули. Демонтаж ін'єкторів.

Для ремонту внутрішньої поверхні тунелю рекомендовано наступні варіанти (рис. 10):

1. Утворення полімерного покриття з використанням модифікованої композиції ЕДМОК з армуванням спеціальними тканинами (склотканини, лавсанові, базальтові, вуглепластик). Як правило, товщина такого покриття від 8 до 20мм в залежності від вимог по міцності та може бути товщиною 1-2мм, якщо всі навантаження приймає на себе стінки тунелю. Даний метод не вимагає великих вимог по підготовці поверхні. Також може бути розглянутий варіант ін'єктування даної композиції в простір утворений опалубкою та стінкою тунелю.

2. Використання композитної суміші Консолід-1 (адгезійна, зміцнююча та гідрофобізуюча функція), як добавок до ремонтних сумішей на основі цементу наприклад, торкретбетон, а також для ремонту мікротріщини.

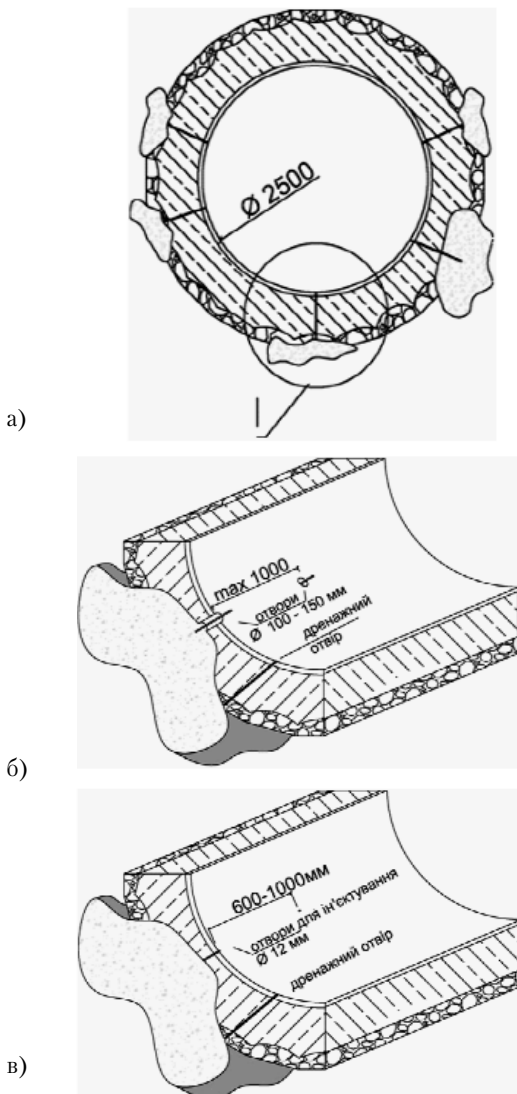


Рис. 9. Схема виконання робіт із заповнення порожнин за стінками тунелю: а – загальний вигляд розрізу тунелю, б – при пустотах великих розмірів, в – при пустотах малих розмірів

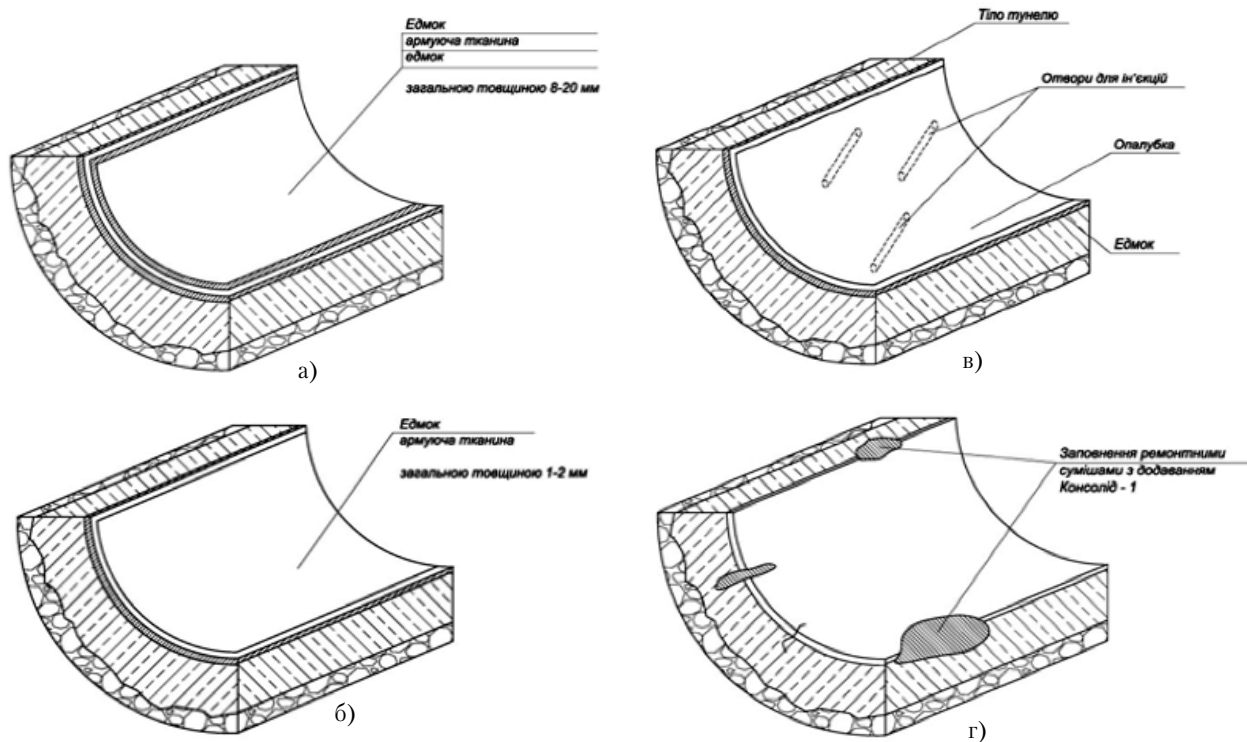


Рис. 10 Схема виконання робіт із ремонту внутрішньої поверхні тунелю: а – з утворенням суцільного захисного покриття з армуванням спеціальними тканинами товщиною 8-20мм, б – з утворенням суцільного захисного покриття з армуванням спеціальними тканинами товщиною 1-2мм, в – з утворенням суцільного захисного покриття ін'єктуванням композитного матеріалу в простір утворений опалубкою та стінкою тунелю, г – додавання полімерної композиції до ремонтних сумішей

Висновки

1. В процесі планових обстежень дериваційного тунелю Тербле-Ріцької ГЕС в с. Нижній Бистрий, Хустського району, Закарпатської області експлуатуючою організацією встановлено наявність дефектів, що потребують усунення, для забезпечення можливості його експлуатації в звичайному режимі.

2. Для виконання робіт з обстежень була сформульована задача досліджень, що полягає в необхідності виявлення зовнішніх порожнин та місць ослабленого ґрунту для їх ліквідації з метою запобігання аварійної ситуації.

3. Розроблено методика візуально-інструментальних досліджень які дозволили виконати збір вихідних даних для подальшої розробки проекту капітального ремонту або реконструкції.

4. За результатами обстеження встановлено технічний стан тунелю з наведенням обсягів виявлених дефектів та пошкоджень, фізико-механічних характеристик конструктивних елементів. На основі отриманих даних розроблено рекомендації щодо ремонтно-відновлювальних робіт з герметизації оболонки дериваційного тунелю.

5. Геофізичне обстеження для визначення геоме-

тричних розмірів та місць розташування порожнин та стану породи за оболонкою тунелю виконано у відповідності до розробленого проекту виконання робіт з комплексного візуально-інструментального обстеження.

6. Результати виконання комплексного візуально-інструментального обстеження дериваційного тунелю використано в якості вихідних даних для проектування робіт з капітального ремонту.

7. Результати обстеження представлені у вигляді відомостей дефектів з позначеними місцями виконання інструментальних випробувань на схемах розгортки тунелю.

8. Встановлені розміри та місця розташування порожнин дозволили визначити обсяги ремонтно-відновлювальних робіт.

9. Рекомендації щодо відновлення герметичності оболонки тунелю та ліквідацію порожнин за її стінками передбачають заповнення полімерними композиціями, що багатократно розширюються з високими показниками міцності, адгезійності та гідрофобності. Запропоновано загальні принципи технології виконання робіт ліквідації порожнин та гідроізоляції оболонки тунелю.

Література

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану – [чинний з 01.04.2017] – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2017. – 47 с.
2. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції – [чинний з 01.07.2011] – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 71 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Будівельні матеріали. Бетони правила контролю міцності – [чинний з 22.12.2009] – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 27 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. – [чинний з 22.12.2009] – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 11 с.

5. ГОСТ Р 57208-2016. Тоннели и метрополитены. Правила обследования и устранения дефектов и повреждений при эксплуатации. — Москва, 2017 г. — 32с.
6. СОУ-Н ЕЕ 03.111:2008. Безпечна експлуатація водного господарства, гідротехнічних споруд та гідромеханічного обладнання електростанцій. — Київ, 2008 р. — 109 с.
7. В.Н.Илюшин, к.тех.наук, С.Н.Крылова, инженер. Аварии в подземных водоводах и методы восстановления повреждений. Из опыта зарубежной техники.1993.
8. А.М.Куделя. Оценка радиоволнового метода зондирования
9. Григоровский П.Е., к.т.н., Куделя А.М, к.ф.м.н, Чуканова Н.П., Мурасева Е.В "Обследование конструкций подземного гидротехнического туннеля Теребле-Рицкой ГЭС и прилегающего горного массива радиоволновым методом" журнал Нові технології в будівництві-2018.-№34-стр.32-38.
10. Мурасова О.В., Куролес О.В, Халупка Ю.М "Особенности технологии выполнения вимірювальних робіт під час інструментального обстеження гідротехнічних споруд на прикладі Теребле-рицької ГЕС" №64-2018.

Reference

1. DSTU-N B V.1.2-18:2016. Guidelines for the inspection of buildings and structures for the determination and assessment of their technical condition — [valid from 01.04.2017] — Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2017 — 47 p.
2. DBN V.2.6-98:2009. Concrete and reinforced concrete structures — [valid from 07/01/2011] — Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2011. — 71 p.
3. DSTU B V.2.7-224:2009. Building materials. Concrete, rules of strength control — [valid from December 22, 2009] — Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2009 — 27 p.
4. DSTU B V.2.7-220:2009. Concrete. Determination of durability by mechanical methods of non-destructive testing. — [valid from December 22, 2009] — Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2009. — 11 p.
5. GOST R 57208-2016. Tunnels and subways. Rules for inspection and elimination of defects and damage during operation. — Moscow, 2017 — 32 p.
6. SOU-N EE 03.111:2008. Safe operation of water economy, hydrotechnical structures and hydromechanical equipment of power plants. — Kyiv, 2008 — 109 p.
7. V.N. Ilushin, K.Tech.Sci., S.N. Krylov, engineer. Accidents in underground water conduits and methods of damage recovery. From the experience of foreign technology.1993.
8. А.М. Kudelia. Estimation of the radio wave method of sounding Geo Magazine Vol. 36, No. 1, 2014.
9. Grigorovsky P.E., А.М. Kudelia, Chukanova N.P., Muraseva E.V., "Inspection of underground constructions of hydrotechnical tunnel of Terebil-Ritskaya HPP and adjoining rock massive, using radio waves method" magazine New technologies in construction-2018.-№34-p. 32-38.
10. Murasova O.V., Kuroles O.V., Khalupka Yu.M. "Peculiarities of the technology of measuring the performance of the instrumental inspection of hydraulic structures on the example of Terebly-Ritskaya HPP", №64-2018.

Н.П. Чуканова, О.В. Мурасева, О.В. Куролес, Ю.М. Халупка

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЮ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ДЕРИВАЦИОННОГО ТОННЕЛЯ ТЕРЕБЛЕ-РИЦКОЙ ГЭС

Аннотация: В статье приведен практический опыт выполнения измерительных работ при инструментальном обследовании гидротехнических сооружений на примере Теребле-Рицкой ГЭС в с. Нижний Быстрый, Хустского района Закарпатской области. Результаты выполнения работ по обследованию использовались как сбор исходных данных для дальнейшего проектирования капитального ремонта. По результатам комплексного обследования были предоставлены рекомендации из возможных методов ремонтно-восстановительных мероприятий деривационного туннеля Теребле-Рицкой ГЭС.

Ключевые слова: разбивка пикетов, обследование конструкций, инструментальные испытания, геофизическое обследование, ремонтные мероприятия, восстановления поверхностей, композитные смеси, полимерные смеси, которые расширяются, адгезионные и гидрофобные свойства, герметичность.

N.P. Chukanova, O.V. Muraseva, O.V. Kuroles, Yu.M. Halupka

METHODOLOGY AND RESULTS OF INSTRUMENTAL EXAMINATION OF HYDROTECHNICAL SPORTS AT THE EXAMPLE OF THE DERIVATIVE TUNNEL OF THE HEATING-RITCHESHPP

Abstract: In the article is given the practical experience of carrying out of measuring works during the instrumental inspection of hydraulic structures on the example of Terebil-Ritskaya HPP in Nijniy Bistry, Khust district, Transcarpathian region. The results of the inspectional work were used as a collection of output data for the further design of major repairs. According to the results of the comprehensive inspection, recommendations were made on possible methods of repair and restoration measures of the Terebil-Ritskaya HPP derivation tunnel.

Key words: distribution of pickets, inspection of structures, instrumental tests, geophysical inspection, repair measures, restoration of surfaces, composite mixtures, expanding polymeric mixtures, adhesion and hydrophobic properties, tightness.