

© О.В. Орлінська, Д.С. Пікареня, Н.М. Максимова, Г.В. Гапіч, В.М. Іщенко

ОЦІНКА МІЦНОСТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГРУНТОВИХ ДАМБ МЕТОДОМ ПРИРОДНОГО ІМПУЛЬСНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ

Приведены результаты опытно-методических работ методом естественного импульсного электромагнитного поля Земли на 4 грунтовых дамбах в Синельниковском районе Днепропетровской области. Доказана эффективность применения метода для оценки прочностных свойств грунтовых дамб.

Наведені результати дослідно-методичних робіт методом природного імпульсного електромагнітного поля Землі на 4 ґрунтових дамбах Синельниківського району Дніпропетровської області. Доказана ефективність застосування методу для оцінки міцностних властивостей ґрунтових дамб.

There are results of experimental and methodology field works approach of natural momentum of the electromagnetic field of Earth on the four groundwater dams, which situated in Sinel'nikovsky district of the Dnepropetrovsk region. The efficiency of using this groundwater dams is proved.

Вступ. Переважна більшість гідротехнічних споруд (ГТС) на водогосподарських об'єктах нашої країни збудована у середині минулого сторіччя [1]. Оцінка міцностних властивостей ґрунтових гребель ставків, водо-, шламо- та хвостосховищ є актуальною проблемою забезпечення техногенної та екологічної безпеки їх експлуатації і захисту гідросфери регіону, в якому вони розташовані, від забруднюючих речовин та негативної дії води. Ця ситуація ускладнюється багатьма чинниками: значним старінням гідротехнічних споруд; активізацією сучасних геологічних процесів як під тілом ГТС, так і в прилеглих породах, що викликано значним тиском ГТС і водосховища на ґрунти основи, ефектами обводнення ґрунтів і кристалічних порід, розущільненням порід; достатнім часом дії ГТС на геологічне середовище для помітного прояву деформаційних процесів; значним замуленням дна водосховищ, що викликає надмірний тиск обводненого ґрунту на тіло ГТС; передачею значної частини дрібних ГТС в оренту, що знижує можливість моніторингу їх стану.

Геодезичні методи дослідження міцностних властивостей і напружено деформаційного стану дамб є дуже дорогим, а тому переважна більшість ґрунтових дамб перевіряється 2 рази на рік тільки візуально, що не дозволяє достовірно оцінити їх міцності властивості. Для визначення шляхів фільтрації, розвинених порушень та тріщинуватості у тілі дамби можливо використовувати геофізичні методи, які в порівнянні з геодезичними та гідрогеологічними є більш швидкими і дешевшими.

Мета та завдання досліджень. З метою визначення можливостей нового геофізичного методу для швидкого та ефективного визначення і оцінки технічного стану гідротехнічних споруд авторами були проведені дослідно-методичні роботи методом природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПІ-ЕМПЗ) на чотирьох дамбах Синельниківського району Дніпропетровської обла-

сті. Цей метод широко застосовується для пошуків води, рудних корисних копалин, зон підвищеної фільтрації і тріщинуватості, добре зарекомендував себе на багатьох геологічних та інженерно-технічних об'єктах. Підставою для застосування методу є відома закономірність – в обводнених зонах та зонах розущільнення відбувається поглинання електромагнітних імпульсів, що відображується зменшенням щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ.

Для спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі на ґрунтових греблях Синельниківського району використовувався прилад "СІМЕІЗ". Схема розташування гребель наведена на рис. 1. Зйомка проводилась за 3-ма антенами: дві розташовані горизонтально по азимутах північ-південь, захід-схід, а третя спрямована вертикально вниз. Мережа профілів та точок спостережень визначалась шириною та довжиною кожної дамби, де проводились дослідно-методичні роботи.

Гребля ставка-водосховища "Старовишневецьке". Ставок відноситься до руслового типу, відмітка води знаходиться на рівні 130,0 м, площа складає 3,25 га, об'єм води – 68,3 тис. м³. Водне дзеркало має периметр 1,11 км при довжині 0,49 км та середній ширині 0,07 км, глибина становить в середньому 2,1 м при максимальній 3,1 м. Гребля знаходиться на відмітці 131,3 м, її довжина 118 м, ширина – 3 м, максимальна висота – 4,40 м. протяжність дамби – 380 м. Складена дамба суглинками та глинами, верховий та низовий укоси задерновані. В тілі дамби знаходиться сталева трубчаста водоскидна споруда діаметром 400 мм та довжиною під греблею 6 м.

Польові дослідження проводилися в два етапи. На першому етапі проведено візуальне обстеження дамби, під час якого виявлено, що водоскидна труба перехилена в сторону нижнього б'єфу, а під нею спостерігаються обвальні явища та розмив тіла дамби, за рахунок чого ширина проїзної частини гребня зменшилась до 1,5 м. В правій частині греблі чутно шум води, яка через зони підвищеної проникності тіла греблі виходить у нижній б'єф. Другий етап роботи складався з польових досліджень методом ПЕМПЗ. Для цього на дамбі було розбито 5 профілів вздовж тіла дамби. Кінцеві точки профілів фіксувались за допомогою GPS. Відстань між профілями становила 2 м, між точками спостереження – 2 м, кількість точок спостереження – 600 шт. Сигнал ПЕМПЗ одночасно фіксувався двома горизонтальними антенами, які орієнтовані в меридіональному та широтному напрямках та вертикальною, орієнтованою перпендикулярно тілу дамби. За підсумками польових спостережень для кожної антени побудовані карти щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ, в основу яких покладена кількість імпульсів за час вимірювання. Найбільш інформативною виявилася карта, що побудована за вимірами антени меридіонального (Пн-Пд) напрямку (рис. 2).

Інтерпретація результатів досліджень та аналізу карти-схеми дозволили виділити такі порушені ділянки в тілі дамби:

– зона розташування водоскидного трубопроводу (поз. 1 на рис. 2) та виходу фільтраційного потоку на денну поверхню у правій частині греблі (поз. 2 на рис. 2). Обидві зони відмічаються візуально та фіксуються зниженими значеннями ПЕМПЗ.



Рис. 1. Оглядова карта району досліджень з візками вигляду водосховищ з супутника (інтернет-портал Google Earth). Цифрами показані водосховища: 1 – Старовишневецьке, 2 – Роздольське, 3 – Великомихайлівське, 4 – Афанасівське.

– зона, яка розташована між водоскидною трубою та витоком води, що дронується через тіло дамби у НБ (поз. 3 на рис. 2) та ділянки невеликої фільтрації і водонасичення у місцях примикання тіла дамби до берегової лінії (поз. 4 на рис. 2). Ці зони підвищеної фільтрації та водонасичення ґрунту тіла дамби неявні, визначаються за результатами зйомки ПЕМПЗ завдяки лінійному розташуванню знижених значень щільності потоку електромагнітних імпульсів.

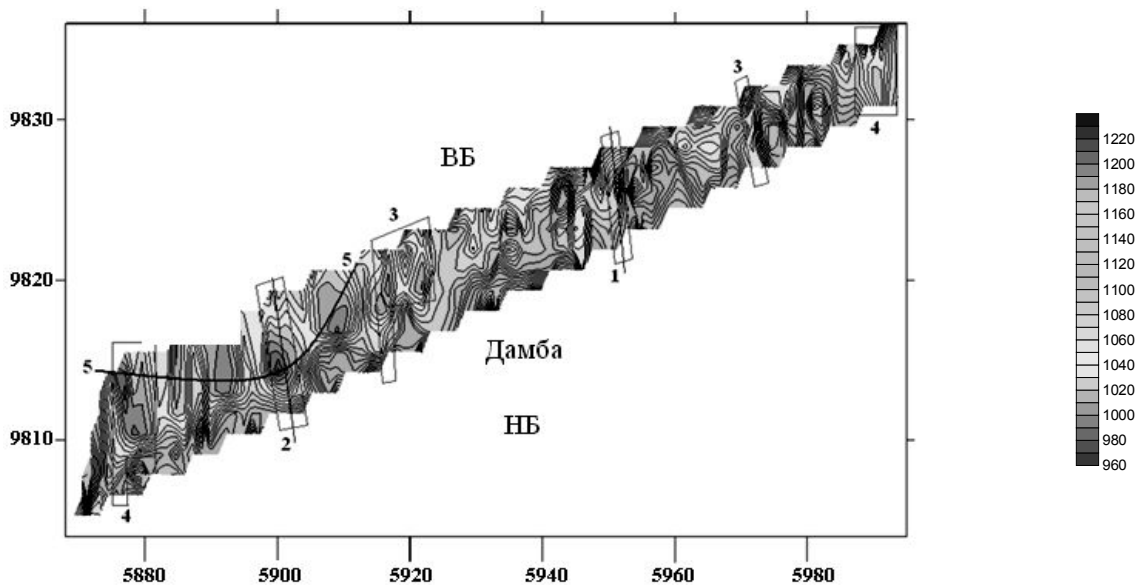


Рис. 2. Карта-схема щільності потоку магнітної складової ПЕМПЗ за даними вимірів по горизонтальній антені Пн-Пд. Система координат умовна в метрах. Вісь У спрямована на північ, вісь Х – на схід. Градаційна шкала характеризує кількість імпульсів ПЕМПЗ. Прямокутниками позначені зони підвищеної тріщинуватості і розущільнення ґрунту в тілі дамби. Чорна лінія – зона розмиву верхньої частини гребня дамби. ВБ та НБ – верхній та нижній б'єфи дамби відповідно

– зона розмиву верхньої частини гребня дамби (поз. 5 на рис. 2). Це найбільш небезпечна ділянка, вона розташована біля виходу фільтраційного потоку у нижній частині тіла дамби та добре проявлення як ділянка понижених значень сигналу ПЕМПЗ, що охоплює майже половину потужності ГТС. Положення зони розмиву біля верхнього б'єфу та її розповсюдження в тіло греблі свідчить про наявність процесу проникнення води зі ставка по зонах розущільнення та техногенної тріщинуватості. Додатковим чинником прояву цього процесу є обвальні-ерозійні явища у нижньому б'єфі.

Розрахунки параметрів можливого прориву дамби, які виконані за методикою, наведеною в [1] показують, що при ширині зони прориву біля 7 метрів час спорожнення водосховища становитиме 0,09 годин (5,4 хв.), висота хвилі прориву становитиме 1,8 м; через 0,15 годин хвиля підійде до об'єкту економіки (с. Старовишневецьке), яке розташоване на відстані 9 км.

Дамба водосховища "Роздольське" (рис. 1–2). Довжина руслового водосховища складає 4,0 км, ширина – 0,9-0,32 км. Водне дзеркало має площу 130,0 га при максимальній глибині 5,5 м, а середній – 2,14 м. у водосховищі сконцентровано 2,78 млн. м³ води. Протяжність греблі – 1,1 км.

Під час візуального обстеження було виявлено, що загальний стан дамби справляє нормальне враження, явних порушень в тілі дамби немає; у лівій частині дамби, через бетонну частину водопропускної споруди, що знаходиться нижче рівня води у верхньому б'єфі (ВБ), відбувається перетік води зі значною витратою та тиском у НБ. Це призводить до руйнації та деформації водопропускної споруди.

Полеві дослідження проводились методом ПЕМПЗ. Відстань між профілями становила 2 м, між точками – 2 м. Точки профілю фіксувались за допомогою GPS. Кількість точок на об'єкті дослідження, що фіксуються приладом становить 945 шт.

За даними ПЕМПЗ побудовані карти щільності потоку магнітної складової за трьома антенами. Найбільш інформативною є карта щільності потоку магнітної складової ПЕМПЗ, яка отримана з антени Пн-Пд.

Аналізуючи карти щільності потоку можна сказати, що загальний стан дамби, як і при візуальному обстеженні, цілком задовільний, але в центральній частині дамби за даними ПЕМПЗ виділяються зони обводнення і дренажу води через тіло дамби у НБ. Ймовірно, це пов'язано з тим, що нижній б'єф характеризується зоною максимального пониження в рельєфі, де вода, що дронується, накопичується і виходить на денну поверхню.

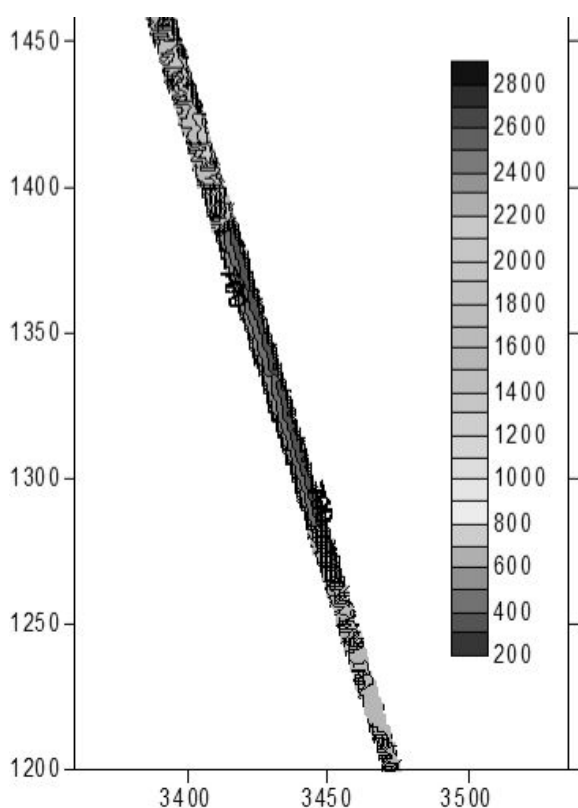


Рис. 3. Фрагмент карти-схеми щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ за даними спостережень на горизонтальній антені Пн-Пд. Система координат умовна в метрах. Вісь У спрямована на північ, вісь Х – на схід. Градаційна шкала характеризує кількість імпульсів ПЕМПЗ.

Розрахунки параметрів можливого прориву дамби показують, що при ширині зони прориву 10 метрів час спорожнення водосховища становитиме 3,9 годин, висота хвилі прориву становитиме від 2 м у зоні прориву до 1,1 м в місті впадання у р. С. Терса, яка розташована на відстані 12 км і до якої хвиля підійде через 1,7 годин. При цьому час проходження проривної хвилі становитиме 3,9 годин.

Дамба водосховища "Великомихайлівське" (рис. 1–3). Довжина руслового водосховища складає 30,9 км, максимальна ширина – 0,9 км, середня – 0,28 км. Водне дзеркало має площу 72,0 га при повному об'ємі 16,5 млн. м³. Довжина ґрунтової дамби складає 650 м.

Під час візуального обстеження було виявлено, що загальний стан дамби задовільний, явних порушень немає; проїзна частина дамби у задовільному стані з твердим асфальтним покриттям.

Полеві дослідження ПЕМПЗ проводились аналогічно попереднім дамбам. Відстань між профілями становила 5 м, між точками – 5 м. Точки профілю фіксувались за допомогою GPS. Кількість точок спосте-

режень на об'єкті досліджень становить 329 шт. За даними ПЕМПЗ побудовані карти щільності потоку магнітної складової за трьома антенами. Найбільш інформативною є карта щільності потоку магнітної складової ПЕМПЗ, яка отримана з горизонтальної антени Пн-Пд (рис. 4).

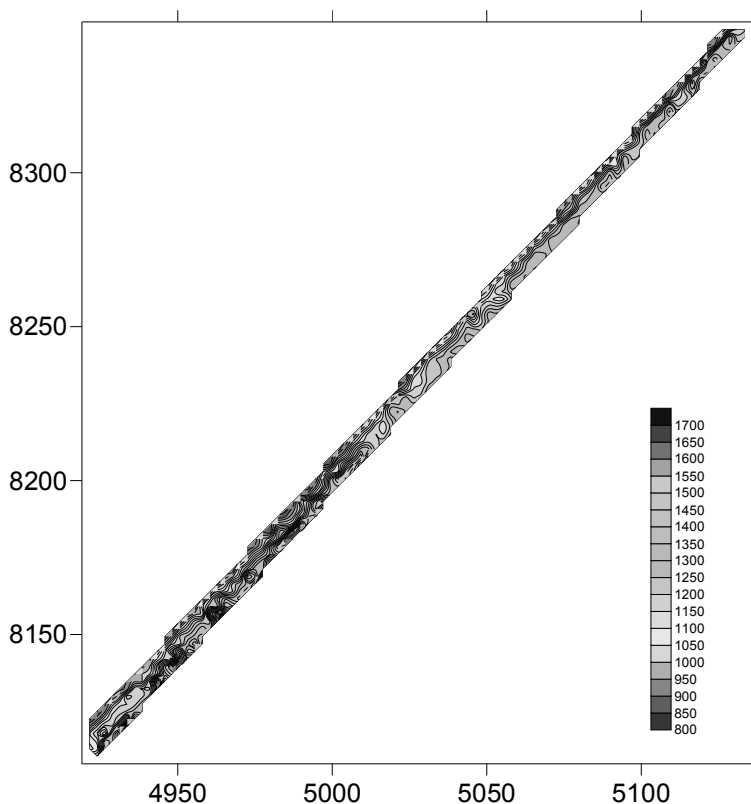


Рис. 4. Карта-схема щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ за горизонтальною антеною орієнтування Пн-Пд.

Система координат умовна в метрах.

Вісь У спрямована на північ, вісь Х – на схід.

Градаційна шкала характеризує кількість імпульсів ПЕМПЗ.

Аналізуючи карти щільності потоку магнітної складової ПЕМПЗ можна відмітити, що загальний стан дамби, як і при візуальному обстеженні, цілком задовільний. В лівій частині зі сторони НБ виявлені зони обводнення тіла дамби, в яких спостерігається часткове її просідання, підйом ґрунтових вод, активний ріст рослинності. Ймовірним джерелом обводнення цих зон може бути також водовід, що проходить у нижньому б'єфі паралельно дамбі, адже в місці влаштування оглядового колодязя відбувається активний витік води крізь засувку.

Розрахунки параметрів можливого прориву дамби показують, що при ширині зони прориву 20 метрів час

спорожнення водосховища становитиме 7,6 годин, висота хвилі прориву становитиме від 5 м у зоні прориву до 2 м в тилевій частині водосховища «Воронезьке», яке розташоване на відстані 13,5 км. До нього хвиля підійде через 1,9 годин, при цьому час її проходження становитиме 12,9 годин.

Дамба водосховища "Афанасівське" (рис 1–4). Польові дослідження проводились аналогічно попереднім дамбам.

Під час візуального обстеження було виявлено, що загальний вигляд дамби незадовільний, немає чітких контурів, адже в деяких місцях дамба нерівномірна по ширині; проїзна частина в незадовільному стані, спостерігаються розмиви та звуження дорожнього полотна.

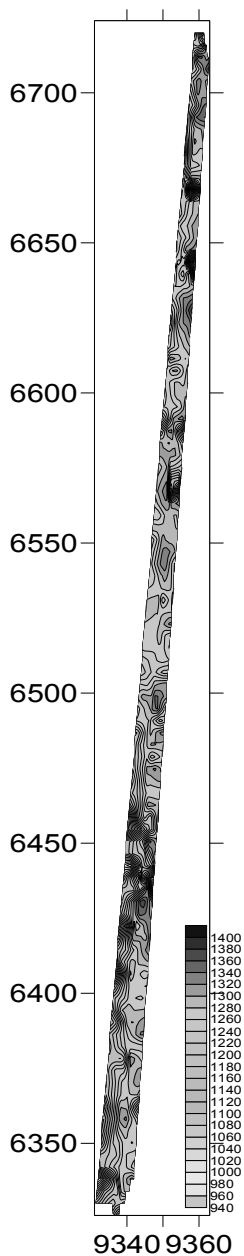


Рис. 5. Карта-схема щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ. Система координат умовна в метрах. Вісь У спрямована на Пн, вісь Х – на схід. Градаційна шкала характеризує кількість імпульсів ПЕМПЗ.

За даними спостережень ПЕМПЗ побудовані карти щільності потоку магнітної складової за трьома антенами. Найбільш інформативною є карта щільності потоку магнітної складової ПЕМПЗ, яка отримана з антени Пн-Пд (рис. 5).

Аналізуючи результати польових досліджень, можна сказати, що на відміну від візуального обстеження, дамба знаходиться у цілком задовільному стані. Щільність потоку магнітної складової вказує на те, що вся дамба зазнає рівномірного навантаження по всій довжині, тому напружений стан однорідний по всьому периметру. Цілком можливо, що такий розподіл навантаження і відсутність суттєвих зон обводнення викликаний численною та рівномірною рослинністю (дерева та чагарники), яка закріплює ґрунти тіла дамби.

Розрахунки параметрів можливого прориву дамби показують, що при ширині зони прориву 15 м час спорожнення водосховища становитиме 2,6 год., висота хвилі прориву становитиме від 11 м у зоні прориву до 2,9 м в місці впадіння в р. Дніпро, яке розташоване на відстані 9 км. До нього хвиля підійде через 1,25 годин, при цьому час її проходження становитиме 2,6 год.

Висновки. Результати польових досліджень ПЕМПЗ по обстеженню ґрунтових дамб довели ефективність цього методу для оцінки їх міцностних властивостей. Низька собівартість, швидкість і результативність робіт дозволяє використовувати метод разом з візуальним обстеженням для перевірки стану дамб на невеликих водосховищах.

Список літератури

1. http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/gochs/posobiya/posob7/posob7glava1_2_1_3.htm

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовським О.В.
Надійшла до редакції 20.04.2012*