

© Д.С. Пикареня, О.В. Орлинская, А.В. Зберовский, А.М. Лазников

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ И ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ В БАЛКЕ «СКАЖЕНАЯ» ВОЛЬНОГОРСКОГО ГМК

Приведены результаты исследований прочностных и фильтрационных свойств дамбы хвостохранилища на Вольногорском ГМК методом естественного импульсного электромагнитного поля Земли и даны рекомендации по мониторингу прочностных свойств гидротехнического сооружения.

Наведені результати досліджень прочностних і фільтраційних властивостей греблі хвостосховища на Вільногірському ГМК методом природного імпульсного електромагнітного поля Землі і дані рекомендації по моніторингу прочностних властивостей гідротехнічної споруди.

The results of researches of prochnostnykh and lauter properties of dike of khvostokhranilisha are resulted on Vol'nogorskom GМК by the method of the estest-venous impulsive electromagnetic field of Earth and dany of recommendation on monitoring of prochnostnykh properties of hydrotechnical building.

Введение. Исследование прочностных свойств гидротехнических сооружений (ГТС) представляет собой задачу чрезвычайной важности, поскольку недоучёт явлений, происходящих в теле и основании плотин и дамб ГТС может привести к серьёзным техногенным авариям. Особую значимость эта проблема приобрела в Украине в связи с достаточно продолжительным сроком эксплуатации ГТС, например, водохранилищ, шламоохранилищ или хвостохранилищ жидких отходов горного, химического и др. производств. Большая масса накопленного материала и самого ГТС приводит к необратимым изменениям в подстилающих породах, что обуславливает развитие процессов замачивания грунтов, суффозии, просадки и карста. В результате, в ГТС могут образоваться зоны разнонапряженного состояния, различной прочности и устойчивости, сформироваться участки фильтрации воды через тело дамбы или плотины, что влияет на её устойчивость.

Для изучения таких явлений применяется комплекс методов, которые можно объединить в группу разрушающих и неразрушающих. К первой относятся исследовательские работы, связанные с нарушением сплошности подстилающих грунтов, ко вторым – дистанционные, и прежде всего, геофизические методы. Эти группы методов резко различаются по стоимости работ, времени на их проведение и качеству получаемых результатов, поэтому рационально, сначала проводить дистанционные работы как более быстрые и менее затратные, а затем детально изучать участки с измененными прочностными и фильтрационными свойствами.

Из множества геофизических методов для обследования ГТС применимы электроразведочные – вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) и естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ).

Метод ЕИЭМПЗ относится к группе электроразведочных геофизических методов и используется для решения геологических и инженерно-

геологических задач, в т.ч. для исследования напряженно-деформированного состояния искусственных техногенных инженерно-геологических объектов. Его физический смысл основан на генерации электромагнитного поля горными породами, находящимися под воздействием механических сил сжатия или растяжения [1-3]. По мере изменения напряжений скачкообразно изменяется уровень электромагнитного поля, что находит своё отражение в уменьшении или увеличении количества электромагнитных импульсов за единицу времени. Эти импульсы, их энергия, амплитуда и частота следования измеряются специальной аппаратурой. Лабораторные исследования показали, что по мере усиления напряжений (давления) происходит увеличение количества импульсов электромагнитного поля [4]. Этот же эффект наблюдается и при растягивающих напряжениях. В момент разрушения сплошности породы и образования трещины скола или отрыва количество импульсов резко уменьшается и в дальнейшем остается очень малым. В случае заполнения трещин водой или растворами происходит ещё большее поглощение импульсов электромагнитного поля. Анализируя схему количества импульсов ЕИЭМПЗ в теле гидротехнического сооружения и прилегающих участках можно выделять зоны сооружения, находящиеся в разном напряженном состоянии и прогнозировать области обводнения, замачивания и фильтрации подземных вод через неё.

Цель и задачи исследований – выполнить качественную оценку прочностных и фильтрационных свойств дамбы хвостохранилища в балке «Скаженная» на Вольногорском ГМК методом естественного импульсного электромагнитного поля Земли и разработать рекомендации по мониторингу прочностных свойств этого гидротехнического сооружения.

Результаты исследований. Для проведения измерений использовался микропроцессорный индикатор электромагнитного поля МИЭМП-14/4 (Серия «СИМЕИЗ»). Внешний вид прибора МИЭМП-14/4 приведен на рис. 1.

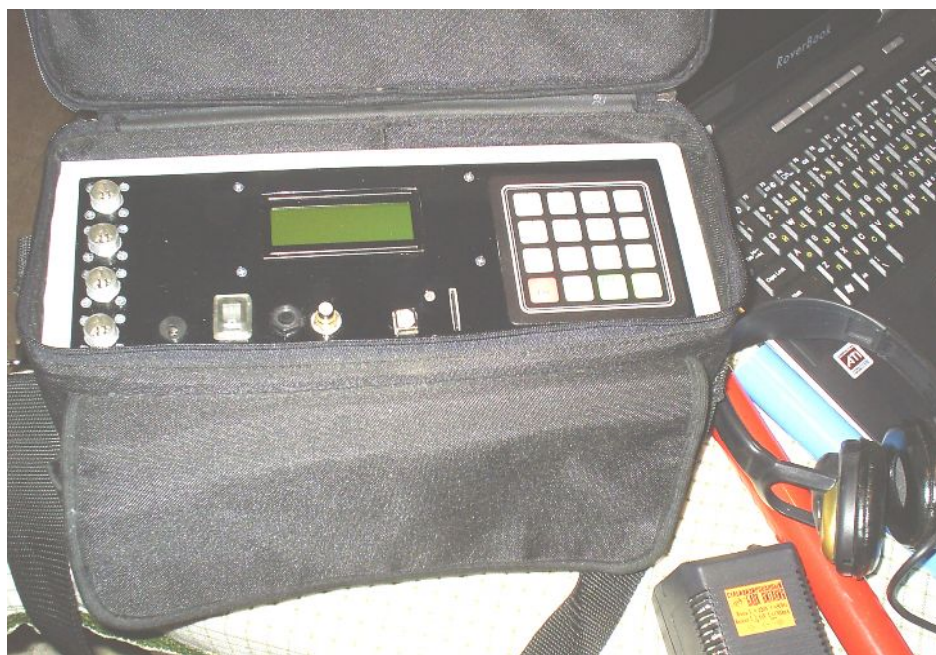


Рис. 1. Внешний вид прибора МИЭМП-14/4

Прибор МИЭМП-14/1 предназначен для изучения ЕИЭМПЗ, а также электромагнитного поля техногенного происхождения в лабораторных и полевых условиях. Прибор позволяет определять количество импульсов ЕИЭМПЗ за время измерения с относительной погрешностью в пределах $\pm 10\%$ и находить процентное соотношение суммарной длительности сигнала, превысившего динамический диапазон, к времени измерения («процент зашкала») с погрешностью в пределах $\pm 10\%$. Прибор позволяет регистрировать и сохранять сигналы ЕИЭМПЗ в энергонезависимой памяти (флэш-карта). После переноса зарегистрированных данных в компьютер программное обеспечение позволяет просматривать сигналы ЕИЭМПЗ на экране монитора и выполнять их анализ и обработку. Рабочие условия эксплуатации прибора: температура окружающей среды от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $45\text{ }^{\circ}\text{C}$; относительная влажность до 80% при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$; атмосферное давление от 450 до 800 мм. рт. ст.

Для выполнения исследований на горизонтальной площадке бермы дамбы через 5 м разбивались профили, а на них через 2,4–2,7 м – точки наблюдения. Количество профилей в зависимости от ширины бермы составило: на отметке +133,00 м – 2 профиля; на отметке +130,50 м – 3 профиля; на отметке +128,00 м – 4 профиля. Проведено обследование основного тела дамбы шириной до 100 м по 9 профилям длиной 650–670 м каждый. Суммарная длина профилей составила 5600 м, суммарное количество точек наблюдения – 2225 шт.

Привязка концов профилей на местности осуществлялась при помощи GPS приёмника «Garmin-72» в прямоугольных метрических координатах, им же фиксировались направления и особо характерные участки проявления геологических процессов. Привязка профилей к плану «Балка Скаженная» масштаба 1:1000 осуществлялась по положению имеющихся пьезомерических скважин ПМ-1 и ПМ-9, а также координатной сетке, перенесенной с плана на карты-схемы ЕИЭМПЗ.

Измерения количества импульсов ЕИЭМПЗ на точке наблюдения проводились по трём антеннам. Одна из них была ориентирована вдоль дамбы, другая – поперёк, третья – вертикально вниз. По всем трём антеннам были построены карты-схемы плотности потока импульсов ЕИЭМПЗ в масштабе 1:1000.

При интерпретации полученных результатов использовались также данные визуального исследования дамбы, сведения и архивные материалы гидротехнических наблюдений Вольногорского ГМК.

Анализ карты-схемы плотности потока ЕИЭМПЗ, полученной по данным антенны, ориентированной параллельно сооружению, показал, что плотность потока импульсов ЕИЭМПЗ в целом для сооружения невысокая. Вместе с тем, выделяются участки с повышенными значениями плотности потока импульсов с координатами по оси абсцисс: 80180–80250 м, 80360–80420 м, 80510–80550 м, что является признаками возможного формирования инженерно-геологических изменений.

Подобная картина, только менее контрастно, прослеживается и на карте-схеме для антенны, ориентированной поперек сооружения.

Для вертикальной антенны карта плотности потока импульсов ЕИЭМПЗ крайне невыразительна, что объясняется, по-видимому, незначительным повышением влажности грунта на этом участке сооружения.

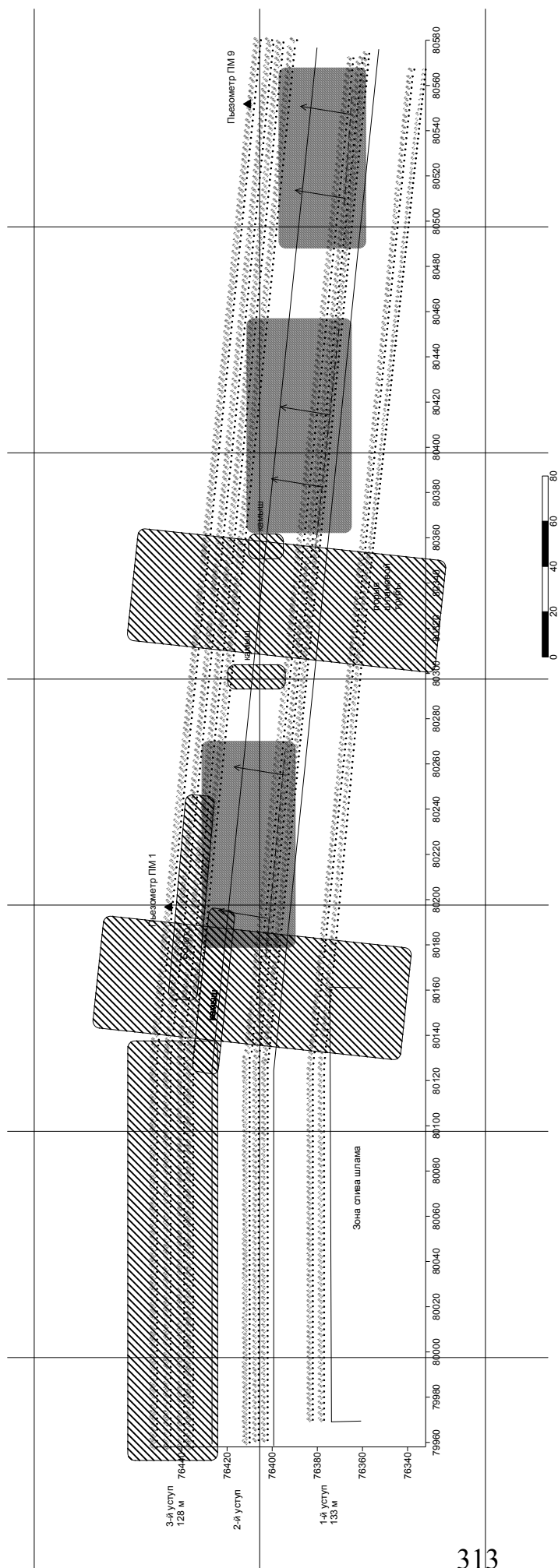


Рис. 2. Результирующая карта-схема интерпретации ЕИЭМПЗ по дамбе хвостохранилища в балке «Скаженная»
Вольногорского ГМК (М 1:1000)

Условные обозначения:

- штриховка – зоны обводнения и повышенной фильтрации в теле дамбы;
- черепица – участки возможного развития инженерно-геологических изменений;
- линии со стрелками – вероятные плоскости и направления деформаций.

По результатам исследований была составлена результирующая карта-схема интерпретации ЕИЭМПЗ и установлены зоны инженерно-геологических процессов. Результирующая карта-схема интерпретации ЕИЭМПЗ по дамбе хвостохранилища в балке «Скаженная» Вольногорского ГМК приведена на рис. 2.

На результирующей карте-схеме видно, что плотность потока импульсов ЕИЭМПЗ в целом для сооружения невысокая, на уровне низких и средних значений. Вместе с тем, выделяются участки с повышенными значениями плотности потока импульсов, они окружены областями малых значений. Возможно, в данных местах возникают локальные деформации тела ГТС, которые, с учетом общей ситуации, вызваны растягивающими напряжениями и являются признаками возможного развития инженерно-геологических изменений. Разделены такие участки зонами с низкими значениями плотности потока импульсов, что свидетельствует о повышенной фильтрации воды через тело дамбы.

На нижнем участке сооружения наблюдаются промоины, вызванные атмосферными осадками.

Изучение изменения уровня грунтовых вод по пьезометрическим скважинам на хвостохранилище «Балка Скаженная» по данным наблюдений гидрологической службы Вольногорского ГМК, позволяет сделать выводы, что изменение уровня грунтовых вод вызвано повышением уровня воды в хвостохранилище.

Максимальные колебания уровня наблюдались в 2010 году, а в 2011 году все пьезометры фиксируют минимальную глубину техногенного горизонта. Наиболее значительные изменения уровня фиксируются пьезометрами в нижнем бьефе.

Выводы и практические рекомендации по работе:

- Выполнен комплекс полевых и камеральных работ по качественной оценке прочностных и фильтрационных свойств гидротехнического сооружения хвостохранилища в балке «Скаженная» Вольногорского ГМК методом изучения естественного импульсного электромагнитного поля Земли;

- С использованием микропроцессорного индикатора электромагнитного поля МИЭМП-14/4 (Серия «СИМЕИЗ») проведено обследование основного тела дамбы шириной до 100м по 9 профилям длиной 650-670м каждый. Суммарная длина профилей составила 5600м, суммарное количество точек наблюдения – 2225шт;

- Выполнены измерения плотности потока (количества импульсов) ЕИЭМПЗ на каждой точке наблюдения одновременно по трём антеннам, ориентированных вдоль дамбы, поперёк и вертикально вниз. По всем трём антеннам построены карты-схемы плотности потока импульсов ЕИЭМПЗ в масштабе 1:1000;

- Установлено, что по длине дамбы наблюдаются участки пониженной плотности потока импульсов ЕИЭМПЗ, что свидетельствует о поглощении электромагнитного излучения в этих местах и может быть связано с повышенным обводнением тела дамбы;

- Составлена результирующая карта-схема интерпретации поля ЕИЭМПЗ в масштабе 1:1000, по которой можно оценивать зоны возможного развития инженерно-геологических процессов в теле дамбы;

- Анализ данных изменения уровня грунтовых вод на дамбе «Балка Скаже-ная» позволяет выделить зоны с повышенным влагосодержанием грунтов, кото-рые оказывают влияние на прочностные и фильтрационные свойства тела дамбы. Эти зоны требуют дополнительных наблюдений и полевых исследований;

- Рекомендуется, для недопущения развития промоин и оврагов на склонах дамбы после сильных дождей или таяния снега, регулярно засыпать образовав-шиеся промоины, а также очищать водоприёмные лотки, обеспечивать беспре-пятственный сброс поверхностных вод с тела дамбы в тальвег балки;

- Целесообразно со стороны шламохранилища дополнительно намытть пе-сок, тем самым увеличить мощность песчаного пляжа и отдалить свободную воду вглубь хвостохранилища;

- Рекомендуются регулярные наблюдения за пьезометрами с частотой не реже одного раза в месяц, оптимально – через 10 дней, для изучения динамики колебания уровней грунтовых вод, особенно в период таяния снега или обиль-ного выпадения дождя. Возможно также бурение скважин на предмет опреде-ления влажности грунтов.

Список литературы

1. Воларович М. П., Соколов Г. А., Пархоменко Э. И. Пьезоэлектрический эффект пег-матитовых и кварцевых жил // Изв. АН СССР, сер. физ. – 1962. – № 2. – С. 145–152.
2. Воробьев А. А. Физические условия залегания и свойства глубинного вещества. Вы-сокие электрические поля в земных недрах. – Томск: Изд-во политехн. ин-та, 1975. – 296 с.
3. Пикареня Д. С. Опыт применения метода естественного импульсного электромагни-тного поля Земли (ЕИЭМПЗ) для решения инженерно-геологических и геологических задач / Д.С. Пикареня, О. В. Орлинская. – Днепропетровск: Изд-во «СВИДЛЕР», 2009. – 120 с.
4. Орлинская О. В. О влиянии электромагнитных полей на образование гидротермально – метасоматических рудных формаций/ О. В. Орлинская, Д. С. Пикареня, Г. М. Стюас [и др.] // Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2007. – № 2. – С. 98–104.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Собком Б.Ю.
Надійшла до редакції 20.04.2012*

УДК 519.6

© А.В. Зберовский

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ

Розглянута двувимірна чисельна модель забруднення атмосфери при аварійних викидах хімічно-небезпечних речовин. Наводяться результати обчислювального експерименту.

Рассмотрена двухмерная численная модель загрязнения атмосферы при аварийных выбросах химически опасных выбросах. Приводятся результаты вычислительного эксперимента.

A numerical model to simulate the atmosphere pollution after accident ejections is considered . The model is based on the K-gradient transport model and equation of potential flow. The results of numerical experiment are presented.