УДК 550.349.4

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЦЕЛОСТНОСТЬ ГЕОМЕМБРАНЫ В ТЕЛЕ СООРУЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ВОДОЕМА

GEOPHYSICAL RESEARCH IN THE KRASNODAR TERRITORY IN ORDER TO STUDY DANGEROUS GEOLOGICAL PROCESSES AFFECTING THE INTEGRITY OF THE GEOMEMBRANE IN THE BODY OF AN ARTIFICIAL RESERVOIR STRUCTURE

Захарченко Евгения Ивановна
кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой геофизических методов поисков и разведки, Кубанский государственный университет
evgenia-zax@yandex.ru

Фисенко Анастасия Владимировна
аспирант кафедры геофизических методов поисков и разведки, Кубанский государственный университет
veydner@mail.ru

Рудомаха Николай Николаевич
директор ООО «Гео-Центр»
rudomakha@mail.ru

Zakharchenko Evgeniya Ivanovna
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department of Geophysical Methodsin Prospecting and Exploration, Kuban State University
evgenia-zax@yandex.ru

Fisenko Anastasia Vladimirovna
Postgraduate Student, Department of Geophysical Methods of Prospecting and Exploration, Kuban State University
veydner@mail.ru

Rudomakha Nikolai Nikolaevich
Director of Geo-Centre Ltd.
rudomakha@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена изучению опасных геологических процессов геофизическими методами (МПВ, ЗСБ, георадиолокационное зондирование) на примере Краснодарского края с целью предотвращения их разрушительных последствий.

Ключевые слова: опасные геологические процессы, суффозия, зоны трещиноватости, фильтрация вод, геофизические исследования, корреляционный метод преломленных волн, зондирование становления в ближней зоне, георадиолокационное зондирование.

Annotation. This article is devoted to the study of dangerous geological processes by geophysical methods (MPV, ZSB, geo-radar sounding) on the example of the Krasnodar Territory in order to prevent their destructive consequences.

Keywords: hazardous geological processes, suffusion, fracture zones, water filtration, geophysical research, correlation method of refracted waves, probing of formation in the near zone, georadolocation probing.

Опасные геологические процессы оказывают негативное влияние на техногенные сооружения и здания. Процессы суффозии представляют собой вымывание частиц из горных пород, тем самым приводя к формированию проседания вышележащей толщи. Опасные геологические процессы могут вызывать полное разрушение сооружений. Для предотвращения подобных последствий необходимо своевременно проанализировать возможность возникновения опасных процессов и провести комплекс защитных мероприятий по их предотвращению.

Цель комплекса геофизических исследований – выявление возможных нарушений целостности геомембраны в теле сооружения искусственного водоема и определение причины их возникновения.

Решаемые задачи:

– анализ геоморфологического, геологического, тектонического, и неотектонического строения;
– выявление возможных опасных процессов на территории исследований;
– выбор геофизических методов для картирования опасных геологических процессов и выбор методики их изучения.

Геологические условия территории исследований

В геологическом строении участка исследований принимают участие породы юрской свиты (туфы, туффиты основного состава, аргиллиты, прослои алевритов и песчаников).

Геологическое строение территории осложнено разрывными нарушениями. Разрывные зоны, включающие тектонопластические и аномально трещиноватые породы, а также самостоятельные зо-

ны повышенной трещиноватости, могут обладать повышенной фильтрационной способностью. Не исключено возникновение в данном сейсмоактивном районе сейсмогравитационных дислокаций в тектонически ослабленных породах крутых и обрывистых склонов, приуроченных к разрывным и интенсивно трещиноватым зонам.

Непосредственно в области исследований выделены подземные воды трещиноватых областей (межблочные зоны дробления), трещинножильные. Питание их происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод. Разгрузка происходит в долинах ручьев и за пределами исследуемой территории в виде родников у подошвы склонов в долине реки. Разгрузка и притоки грунтовых вод приурочены к зонам повышенной тектонической трещиноватости коренных пород.

Геофизические исследования

На участке работ были выполнены геофизические исследования методами сейсморазведки (корреляционный метод преломленных волн – КМПВ), электроразведки (ЗСБ (зондирование становления в ближней зоне) и георадиолокационное зондирование (ГРЛЗ) [1, 2, 3].

КМПВ проводилось в непосредственной близости от искусственного водоема для картирования зон трещиноватости горных пород [4, 5]. На рисунке 1 приведен вид зарегистрированных сейсмограмм, полученных в ходе проведения исследования. На рисунке 2 приведен пример полученных скоростные разрезов продольных и поперечных волн, полученный с помощью программы «Godograf».

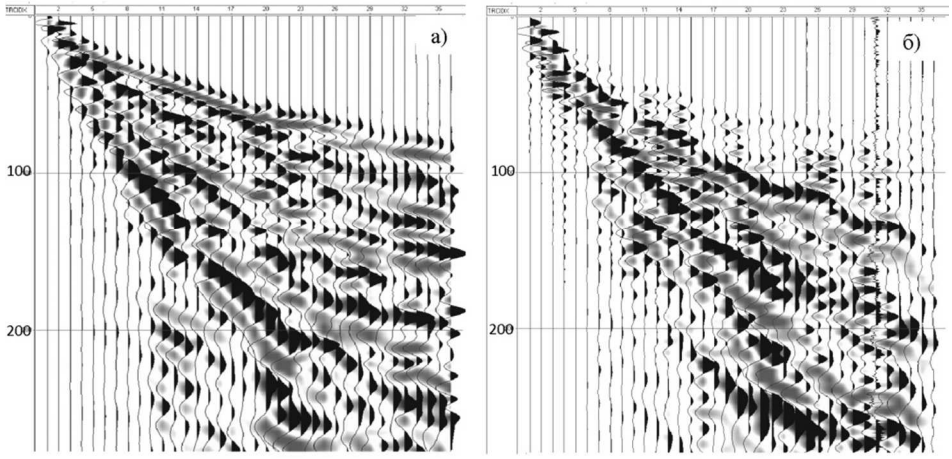

Рисунок 1 – Полученные сейсмограммы
(а – продольных волн; б – поперечных волн)

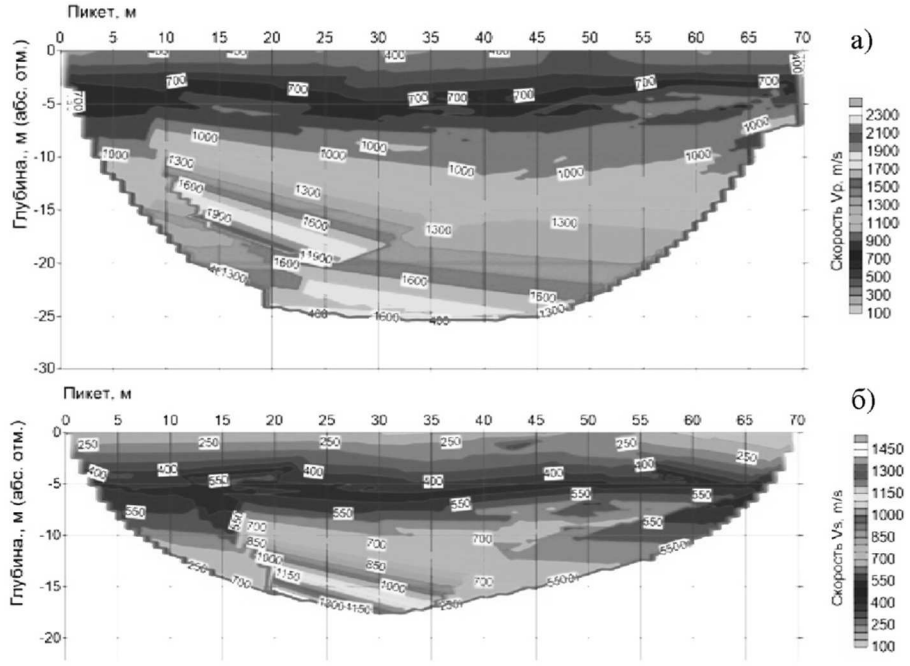

Рисунок 2 – Скоростные разрезы продольных (а) и поперечных (б) волн

Фильтрация подземных вод с локальными напорами в трещиноватой зоне области разрывных нарушений протекает вне зависимости от наличия сооружений. Этот геологический процесс невозможно остановить либо ослабить.

Георадиолокационные исследования проводились с поверхности воды исследуемого сооружения для выявления нарушения целостности геомембраны. Глубина озера составляет 3–3,5 м. Глубинность исследований составила 5–6 метров. Запись проводилась в непрерывном режиме без датчика передвижения. Пример полученной радарограммы приведен на рисунке 3.

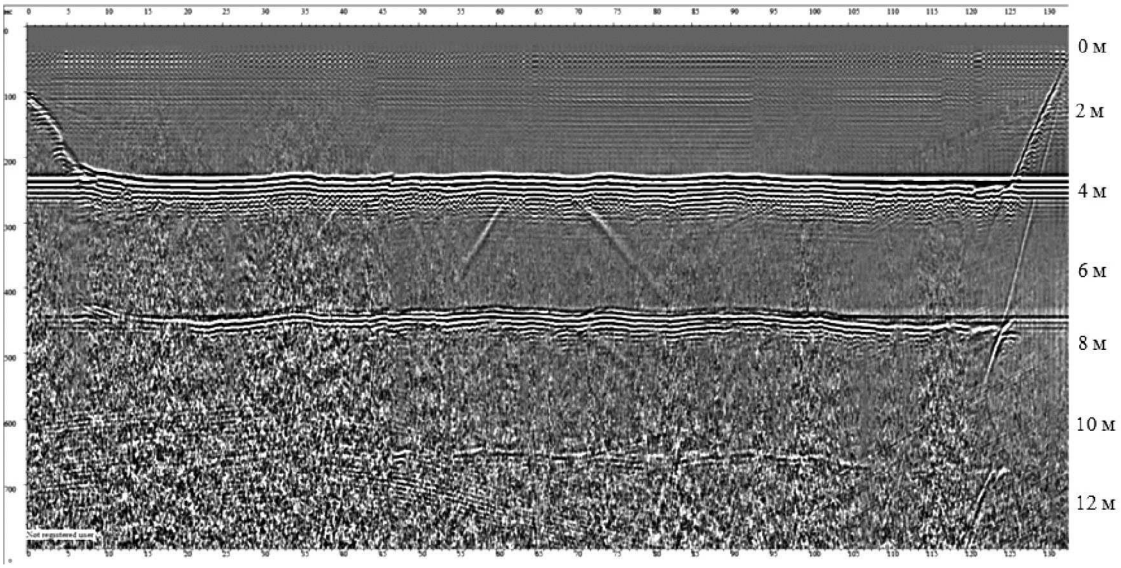

Рисунок 3 – Полученная радарограмма при проведении георадиолокационных исследований с поверхности воды исследуемого сооружения

ЗСБ проводилось с целью картирования гидрогеологических условий территории, выделения зон возможной фильтрации подземных вод. Метод ЗСБ – зондирования становлением поля в ближней зоне (петля – петля). ЗСБ выполнялась по профилям с шагом 5 м. Регистрация происходит при стоянках на точке с записью 3 серий по 64 накоплений. Глубинность исследований достигает 200 м.

Результаты работ

На рисунке 4 приведены результаты геофизических исследований:

– зона обводненности трещиноватой области разрывных нарушений коренных пород, выделенная на основании ЗСБ и МПВ;

– выделено направление фильтрации трещиноватых вод;

– на основании георадарных исследований выделены зоны повреждения геомембраны и аномалии, связанные с дренажной системой озера.

В результате проведенных исследований выделена зона малоамплитудных разрывных нарушений, осложненная зонами повышенной трещиноватости с рядом более мелких блоковых структур, погребенных под чехлом рыхлых четвертичных отложений. Выделена зона повышенной трещиноватости. Непосредственно в области исследований выявлены подземные воды трещиноватых областей (межблочные зоны дробления), трещинножильные. Питание их происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод. Разгрузка и притоки грунтовых вод приурочены к зонам повышенной тектонической трещиноватости коренных пород.

Основными факторами тектонического влияния разрывных и трещинных зон на условия эксплуатации сооружения можно считать их пониженную прочность и повышенные подверженность выветриванию и проницаемость. Они обуславливаются присутствием разрывов и повышенной трещиноватости, сопряженные с обводненностью. Вдоль механически ослабленных обводненных разрывных зон часто развиваются опасные гравитационные процессы, суффозия, водопритоки и т.п. Ослабленные и проницаемые породы в разрывных и трещинных зонах благоприятны для развития линейных кор выветривания.

По данным ЗСБ была выделена зона обводненности и фильтрации подземных вод, оказывающие негативное влияние на состояние сооружения. При фильтрации подземные воды совершают разрушительную работу. В процессе суффозии происходит проседание вышележащей толщи и образование впадин.

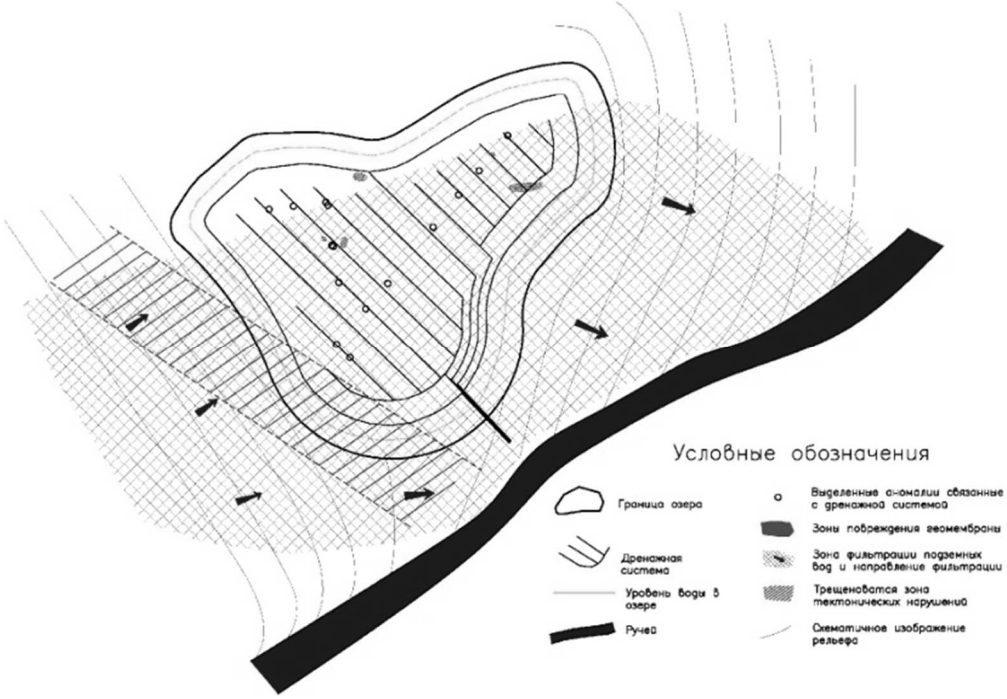

Рисунок 4 – Схема полученных результатов геофизических исследований

В данной области, за счет верхнего водоупора, сформированного геомембраной, локализуются субнапоры подземных вод. Дренажная система под геомембраной рассредоточена, но именно локальные напоры и мгновенная разгрузка в дренажную систему формируют значительный перепад гидравлического давления и сосредоточенную суффозию, приводящую к проседанию грунта с формированием впадин и деформаций геомембраны.

В целом, при проведении комплекса геофизических исследований катастрофических нарушений геомембраны не выявлено. Обводненность основания озера «смягчает» локальные напряжения, но выделяются незначительные прогибы.

Литература:

1. Маркушин А.Н., Бакланов А.В., Салимзянова Г.Ф. Гидравлические потери в серийной и модернизированной многофорсуночной камере сгорания ГТД // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 1. – С. 90–94.

2. Маркушин А.Н., Бакланов А.В. Гидравлические характеристики укороченной многофорсуночной камеры сгорания ГТД // Авиационно-космическая техника и технология. – 2013. – № 8. – С. 131.

3. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – 1975.

4. Бакланов А.В., Маркушин А.Н., Салимзянова Г.Ф. Влияние направляющего аппарата на гидравлические характеристики камеры сгорания ГТД // Сборник: Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ-2015»: материалы Международной научно-технической конференции / Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ (КНИТУ-КАИ), Лаборатория МФТП (КНИТУ-КАИ), 2015. – С. 757–762.

5. Конвертирование авиационных ГТД в газотурбинные установки наземного применения / Е.А. Гриценко, [и др.]. – Самара : СНЦ РАН, 2004. – 266 с.

6. Маркушин А.Н., Бакланов А.В. Исследование рабочего процесса камер сгорания в составе ГТД // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2016. – Т. 15. – № 3. – С. 81–89.

7. Маркушин А.Н., Бакланов А.В. Испытательные стенды для исследования процессов и доводки низкоэмиссионных камер сгорания ГТД // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). – 2013. – № 3–1 (41). – С. 131–138.

References:

1. Markushin A.N., Baklanov A.V., Salimzyanova G.F. Hydraulic losses in a serial and modernized multiforsunochnoy combustion chamber of the gas turbine engine // Izvestiya Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences. – 2016. – Vol. 18. – № 1. – P. 90–94.

2. Markushin A.N., Baklanov A.V. Hydraulic characteristics of a shortened multiforsunochnoy combustion chamber of the gas turbine engine // Aviation and space engineering and technology. – 2013. – № . 8. – P. 131.

3. Idelchik I.E. Handbook of hydraulic resistance. – 1975.

4. Baklanov A.V., Markushin A.N., Salimzyanova G.F. Influence of the guide device on the hydraulic characteristics of the combustion chamber of the gas turbine engine // Collection: Problems and prospects of aviation, ground transport and energy «ANTE-2015» – Materials international scientific and technical conference. Kazan national research technical University named after A.N. Tupolev – KAI (KNITU-KAI), mftp laboratory (KNITU-KAI), 2015. – P. 757–762.

5. Conversion of aviation gas turbine engines to gas turbine installations for ground use / E.A. Gritsenko [et al.]. – Samara : SNC RAS, 2004. – 266 p.

6. Markushin A.N., Baklanov A.V. Study of the working process of combustion chambers in the gas turbine engine // Bulletin of the Samara University. Aerospace engineering, technologies and mechanical engineering. – 2016. – Vol. 15. – № 3. – P. 81–89.

7. Markushin A.N., Baklanov A.V. Test stands for research of processes and finishing of low-emission combustion chambers of GTE // Bulletin of the Samara state aerospace University named after academician S.P. Korolev (national research University). – 2013. – № 3–1 (41). – P. 131–138.