

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА НА КЕРЧЕНСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Скобелев А.Д.¹, Квон Д.А.², Паленов А.Ю.¹, Широкова Т.П.¹

1 - Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

2 – ООО «НПЦ Геоскан», Москва.

Грязевые вулканы – широко распространенное опасное геологическое явление, нередко являющееся индикатором нефтегазовых месторождений. В мире насчитывается более 700 грязевых вулканов, пространственно приуроченных к областям молодой складчатости. Грязевые вулканы Керченско-Таманского региона, находящегося на стыке Крымской и Кавказкой складчатостей, являются классическим примером проявления грязевого вулканизма. Невозможность точного прогнозирования грязевулканических извержений осложняет проектирование и эксплуатацию объектов промышленного и гражданского строительства [2, 3].

Чонгелекский грязевой вулкан относится к булканакскому типу с постоянным режимом извержения и непостоянным расположением грифонов и сальз. Вулкан располагается в ядре Тобечикской (Приозерной) антиклинали, ось которой, предположительно, погружается под дно Тобечикского озера и простирается на СВ. Несколько грифонов этого вулкана располагается на ЮЗ берегу Тобечикского озера. Грифоны имеют как коническую форму (высотой до 1.5 м и нижним диаметром около 5 м), сложенную современными неконсолидированными отложениями, так и форму небольших (диаметром до 7 м) бурлящих озер с нефтяными пленками на поверхности. Также на исследуемой площади встречены многочисленные нефтепроявления, как естественного, так и искусственного происхождения [1, 3, 4].

Вопросу применения геофизических методов для изучения строения грязевых вулканов посвящено множество публикаций [5, 6, 7, 8]. С целью оценки возможности применения сейсмических геофизических методов при изучении подобных явлений, на берегу Тобечикского озера был выполнен комплекс наземных геофизических исследований, включающий электроразведочные (электротомография, метод естественного электрического поля, резистивиметрия), магниторазведочные (площадная съемка магнитного поля, каппаметрия), гравиразведочные (профильные наблюдения аномалий поля силы тяжести) и других геофизические методы (радиометрия, регистрация эманаций, термометрия). Кроме того, на участке исследований проведена высокоточная аэрофотосъемка с использованием БПЛА и выполнено петрофизическое моделирование УЭС горных пород.

Осложняющими исследования факторами послужили большое количество законсервированных эксплуатационных нефтяных скважин и железобетонных конструкций, вызывающие значительные помехи при проведении магнито- и электроразведочных работ, а также погодные условия (сильный ветер), препятствующие проведению гравиразведки.

Электротомография выполнена с использованием станции «Омега-48» (ООО «Логис», г.Раменское, МО) по сети из трех профилей общей протяженностью 1665 п.м. (шаг по профилю 5 м, электроразведочные установки – Amn+mnV, AmnV, AVmn). Положение профилей выбиралось таким образом, чтобы они проходили через грифоны и видимые нефтепроявления. По этой же сети выполнены измерения естественной радиоактивности и каппаметрия. Магниторазведка выполнена в площадном варианте по сети из 9 профилей (шаг по профилю 5 м, между профилями 20-40 м) с использованием магнитометров MMPOS-1 (Лаборатория КМ УГТУ, Россия) и каппаметра КТ-6 («SatisGeo», Чехия).

Высокоточные гравиметрические наблюдения выполнены по двум профилям с шагом 10-50 м (основной профиль длиной 470 п.м.) и 2-10 м (детализационный профиль длиной 175 п.м.) с использованием гравиметра Scintrex AutoGrav CG-5 ("LaCoste&Romberg - ScintrexInc.", Канада). Привязка профилей осуществлялась с помощью дифференциально GPS-приемника Trimble R8 GNSS («Trimble», США). Естественное электрическое поле регистрировалось по методике потенциала с использованием неполяризующихся Pb-PbCl₂ электродов Пити, полевая и лабораторная резистивиметрия выполнены с использованием комплекта аппаратуры Астра-100 и МЭРИ-24 (ООО «Северо-Запад», Москва). Для регистрации гамма-излучения использовался полевой радиометр СРП-68 (ФГУ НПП «Геологоразведка», г.Санкт-Петербург), альфа-частиц – эманометр РГА-500 (ФГУ НПП «Геологоразведка», г.Санкт-Петербург).

В процессе обработки геофизических данных, получены новые результаты, требующие дальнейшего анализа, тем не менее, удастся сделать следующие выводы.

По результатам электротомографии и петрофизического моделирования УЭС показана принципиальная возможность использования метода ЭТ на сильнозасоленных (минимальная минерализация поверхностных водопроявлений - 8 г/л) глинистых разрезах. Диапазон изменения УЭС на исследуемом участке от 0.16 до 4 Ом·м, однако, на геоэлектрическом разрезе можно уверенно различить неконсолидированные грязевулканические отложения, внедренные в известковый массив по системе тектонических разломов. В естественном электрическом поле выходы нефти и грифон проявляются в виде положительных аномалий амплитудой до 25 мВ.

По результатам магниторазведки удастся проследить в плане основные структурно-геологические элементы, выделяемые на геоэлектрических разрезах. Отдельно стоит отметить необычную зависимость: на СЗ и ЮВ краях участков в местах относительного повышения рельефа следует ожидать (или явно видны) карбонатные породы характеризующиеся положительными значениями магнитного поля. Нефтепроявления отражаются положительными аномалиями магнитной восприимчивости.

По результатам моделирования гравитационного поля в пределах изученных профилей подтверждена возможность применения метода гравиразведки для изучения структуры грязевулканических построек. Грифон проявляется отрицательной аномалией (амплитудой 100 мкГал, при точности рядовой сети ± 3 мкГал) поля силы тяжести в редукции Буге, хорошо согласующейся с проявленностью грифона на геоэлектрическом разрезе

Результаты радиометрии, измерения эманаций и термометрии также хорошо согласуются с результатами основных используемых методов. Видна отрицательная корреляция между эманациями альфа-частиц и температурным профилем. Измерение температуры внешних флюидопроявлений (в среднем 12.6°C) показало незначительное отклонение значений их температуры от среднегодовых значений (13°C) для данного региона.

Таким образом, по результатам наземных геофизических исследований, в рамках изученных профилей удастся понять строение Чонгелекского грязевого вулкана, согласующееся с геологическими представлениями [2] о строении подобных объектов. При условии более плотной сети наблюдений, привлечении акваторных и аэрогеофизических методов можно говорить о возможности изучения строения подобных явлений сейсмическими методами.

Список литературы

1. Глубинное геологическое строение грязевых вулканов черного моря. Шнюков Е.Ф., Нетребская Е.Я. Геология и полезные ископаемые мирового океана. Издательство: Отделение морской геологии и осадочного рудообразования Национальной академии наук Украины (Киев), №2, 2014, Стр. 66-79.
2. Грязевые вулканы: распространение и генезис. Холодов В. Н. Геология и полезные ископаемые мирового океана, №4, 2012, Стр. 5-27.
3. Грязевые вулканы Керченско-Таманской области. Атлас. Гнатенко Г.И., Кутний В.А., Науменко П.И., Соболевский Ю.В., Шнюков Е.Ф. Издательство "Наукова Думка", Киев, 1986 г., 152 стр.
4. Explosion Dynamics of the Andrusov Mud Vent (Bulganak Mud Volcano Area, Kerch Peninsula, Russia). Olenchenko V. V., Shnyukov Ye. F., Gas'kova O. L., Kokh S. N., Sokol E. V., Bortnikova S. B., El'tsov I. N. Doklady Earth Sciences. September 2015, Volume 464, Issue 1, pp 951–955.
5. Minerals of Kerch Iron-Ore Basin in Eastern Crimea. Chukanov N. V. Mineralogical Almanac, volume 8, 2005. Famous Mineral Localities Series. - 112 pp.
6. Mud volcanoes, geodynamics and seismicity. Martinelli G., Panahi B. Proceedings of the NATO Advanced research workshop on mud volcanism, geodynamics and seismicity Baku, Azerbaijan 20–22 May 2003.
7. Mud volcanism: An updated review. Mazzini A., Etiope G. Earth-Science Reviews, Volume 168, May 2017, Pages 81-112.
8. The resistivity structure of the North Alex Mud Volcano from marine CSEM measurements. Hölz S. and Jegen M., 2011, [Poster] In: 71. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft Extraterrestrische Forschung. , 21.02.-24.02.2011, Köln . 71. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft Extraterrestrische Forschung und dem Fachverband Extraterrestrische Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft : 21.–24. Februar 2011 in Köln. ; p. 40