

## ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

*С.Г. БЫЧКОВ, А.А. СИМАНОВ, В.В. ХОХЛОВА*  
(Горный институт УрО РАН, Пермь, Россия)

Длительные техногенные нагрузки, связанные с эксплуатацией месторождений полезных ископаемых, являются мощным воздействием на природную геологическую среду. Откликом на эти воздействия могут быть масштабные изменения, ведущие к катастрофическим последствиям – просадкам и провалам земной поверхности, угрожающие жизнедеятельности и приносящие значительные экономические потери. Об актуальности задачи выявления техногенного воздействия на геологическую среду говорят факты катастрофических аварий последних лет с затоплением рудников Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС), расположенного в Пермском крае. Для изучения и прогнозирования негативных инженерно-геологических явлений широко используются геофизические методы, немаловажную роль в комплексе которых играют гравиметрические исследования [1].

Природные зоны разуплотненных пород отчетливо фиксируются в гравитационном поле локальными отрицательными аномалиями силы тяжести. Повторные гравиметрические наблюдения позволяют получить динамические аномалии поля силы тяжести, которые независимы от «стационарных» плотностных неоднородностей, обусловленных геологическим строением исследуемого участка, и отражают только процесс воздействия на геологическую среду эксплуатацией месторождений. По результатам мониторинговых гравиметрических наблюдений рассчитывается динамическая аномалия силы тяжести, определяемая как разность между последующими и предыдущими значениями силы тяжести. Поскольку гравитационное поле является аддитивным, отдельные составляющие его, обусловленные породами, в которых не происходили изменения плотности, будут иметь нулевые значения в динамических аномалиях. Отрицательные аномалии динамического поля будут обусловлены только фрагментами геологического разреза, где произошли процессы разуплотнения пород, обусловленные техногенными процессами, связанными с добычей полезного ископаемого или быстротекущими геологическими процессами.

Для создания и опробования технологии проведения, обработки и интерпретации мониторинговых гравиметрических наблюдений в 2016 г. над

затопленными шахтными полями ВКМКС был создан гравиметрический полигон. Разработана методика высокоточных полевых работ с измерением как гравитационного поля, так и высот пунктов [2]. Созданы физико-геологическая модель гравиметрического мониторинга, представляющая собой однородную геологическую среду с изолированной областью, в которой произошли изменения плотности пород, и динамическая модель мониторинга, позволяющая увязать процесс изменения поля и оседания земной поверхности. Для целей гравиметрического мониторинга адаптирована методика обработки и интерпретации динамических аномалий силы тяжести [3]. Результатом интерпретации являются область распространения, вероятный интервал глубин разуплотнения горных пород, а также величина изменения плотности пород, характеризующая интенсивность процесса разуплотнения.

В результате обобщения опыта проведения мониторинговых гравиметрических наблюдений на Верхнекамском месторождении калийных солей установлено, что по результатам мониторинговых гравиметрических наблюдений можно прогнозировать участки опасных геологических процессов и осуществлять контроль за оседаниями земной поверхности. По сочетанию отрицательных локальных аномалий силы тяжести, которые интерпретируются как природные ослабленные зоны, с отрицательными динамическими аномалиями, связанными с продолжением процесса разуплотнения, по данным высокоточного гравиметрического мониторинга можно успешно прогнозировать участки опасных геологических процессов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и образования РФ в рамках соглашения по государственному заданию № 075-03-2021-374 от 29 декабря 2020 г. (рег. номер 122012000398-0).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бычков С.Г., Мичурин А.В., Симанов А.А., Хохлова В.В. Гравиметрические исследования состояния геосреды в районах интенсивного освоения недр // Горный журнал. – 2019. – №12. – С. 90-94. DOI 10.17580/gzh.2019.12.19
2. Бычков С.Г., Симанов А.А., Хохлова В.В. Выявление природных и техногенных разуплотненных зон в подработанном массиве по данным высокоточных гравиметрических наблюдений // Геофизика. – 2020. – №5. – С. 26-30.
3. Bychkov S., Dolgal A., and Simanov A. Interpretation of Gravity Monitoring Data on Geotechnical Impact on the Geological Environment // Pure and Applied Geophysics. – 2021. – #178. – P.107–121. <https://doi.org/10.1007/s00024-020-02640-8>.