

Постсейсмические эффекты массовых взрывов, зарегистрированные при разработке железорудных месторождений КМА

Горбунова Э.М., Беседина А.Н., Кабыченко Н.В., Батухтин И.В.,
Петухова С.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер имени академика М.А. Садовского Российской академии наук, Москва, Россия

e-mail: emgorbunova@bk.ru

Эксплуатация месторождений твердых полезных ископаемых сопровождается большим объемом дренажных работ, направленных на уменьшение водопритоков в горные выработки и карьеры. Интенсивный водоотбор приводит к формированию локальных и региональных депрессионных воронок в разновозрастных водоносных горизонтах. В свою очередь нарушение гидрогеодинамической обстановки характеризуется изменением скорости, направления и уклонов подземного потока и может приводить к негативным последствиям, выраженным в активизации экзогенных (карстово-суффозионных, оползневых) и природно-техногенных процессов.

Для оценки геодинамической и геоэкологической безопасности разработки месторождений особую значимость приобретают исследования, связанные с изучением влияния массовых взрывов на фильтрационные свойства водонасыщенного коллектора. Переход на новый уровень научно-методического сопровождения горнопроходческих работ с использованием высокоточных датчиков, установленных в наблюдательных скважинах и работающих в широком диапазоне частот, обеспечивают мониторинг техногенно-нарушенного режима подземных вод. С июля 2019 г. в пределах железорудных месторождений Курской магнитной аномалии (КМА), расположенных на юго-востоке г. Губкин Белгородской области и разрабатываемых с использованием взрывных технологий, выполняются наблюдения за реакцией системы «пласт-скважина». Наряду с косейсмическими гидрогеологическими откликами на прохождение сейсмических волн от массовых взрывов, проводимых в шахте и карьере, прослежены постсейсмические эффекты двух видов.

Первый вид представлен увеличением давления в системе «пласт-скважина» на 0.1–0.5 кПа, которое, вероятно, свидетельствует о локальном изменении фильтрационных свойств водонасыщенного коллектора и может быть связан с проявлением скин-эффекта из-за кольматации трещин в околоскважинном пространстве. К второму типу относится снижение уровня надрудного водоносного горизонта от 15 мм до 86 мм в течение первых суток после взрывов, произведенных вблизи пункта наблюдений. Относительно высокий градиент снижения уровня подземных вод по сравнению с фоновыми вариациями, отфильтрованными от влияния атмосферного давления, отмечен в ближней зоне массовых взрывов и связан, возможно, с заполнением зон техногенной (наведенной) трещиноватости. Подобный эффект перетоков был отмечен между отработанными камерами, которые использовались под захоронение отходов производства - пастообразной пульпы. При проведении взрывов в камерах, наиболее близко расположенных к участку закачки, было прослежено уменьшение напора жидкости в заполняемой камере, напротив, в нижерасположенной камере установлен подъем уровня.

Результаты проведения повторных откачек и геофизических исследований в скважинах, расположенных в пределах разрабатываемых железорудных месторождений, свидетельствуют о неоднозначном изменении фильтрационных свойств водонасыщенных коллекторов под влиянием массовых взрывов, произведенных за 2.3 года измерений. По графикам прослеживания восстановления уровня после откачек водопроницаемость сланцев надрудной обводненной толще уменьшилась от 7.7 до 5.5 м²/сут, кварцитов - увеличилась от 1.4 до 1.7 м²/сут. Отмечен общий тренд снижения уровня и уменьшения напора на 0.8-1.6 м. По данным резистивиметрии в надрудном водоносном

горизонте прослежено смещение интервалов водопритоков и изменение их интенсивности, которые подтверждаются другими видами геофизических исследований в скважинах - кавернометрией и телеметрией.

По результатам обработки данных синхронной регистрации сейсмических сигналов и гидро-геологических откликов на проведение массовых взрывов определены нижний и верхний пороги динамического деформирования водонасыщенного коллектора. Нижний порог косейсмических вариаций давления в системе «пласт-скважина» соответствует скорости смещения от 0.1 мм/с на приведенных расстояниях до $360 \text{ м/кг}^{(1/3)}$. Постсейсмические эффекты прослежены при скорости смещения грунта более 8.4 мм/с на приведенных расстояниях менее $69 \text{ м/кг}^{(1/3)}$. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы для разработки методики прогнозной оценки реакции системы «пласт-скважина» на сейсмическое воздействие, которая позволит минимизировать риски возможных аварий в процессе эксплуатации месторождений твердых полезных ископаемых.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 122032900172-5.