

К настоящему времени выявлены и описаны особенности ЭГС массивов грунтов разного состава (дисперсных, скальных (в качестве примера описания ЭГС массивов скальных грунтов см. табл.), состояния (многолетнемерзлых и расположенных вне зоны мерзлоты) и генезиса (природных и техногенных) для разных районов нашей страны и за ее пределами.

Так, например, выявлены и охарактеризованы характерные особенности *природных реальных ЭГС*, развитых на массивах лёссовых грунтов в окрестностях Волгодонска и в Таджикистане, различных грунтов на территории Республики Беларусь (ЭГС массивов глинистых, песчаных, торфяных и скальных грунтов), меловых грунтов центральных районов Русской плиты, известняков Горного Крыма, крупнообломочных грунтов Южного Урала и Кабардино-Балкарии, песков Якутии и Волгоградской области, туфов Камчатки и др. Также охарактеризованы некоторые *природно-технические реальные ЭГС* массивов загрязненных и намывных грунтов. Однако многие ЭГС на техногенно-освоенных территориях, а также искусственные (антропогенные) ЭГС, остаются пока слабо охарактеризованными и плохо изученными. Их анализ представляет актуальную задачу предстоящих исследований.

В целом установлено, что важнейшие особенности эколого-геологических систем массивов грунтов разного состава и состояния обусловлены главным образом их литогенной основой. Она, литогенная основа, во многом определяет свойства эдафотопы и видовой состав микробоценозов, растительности и зооценозов.

Таким образом, основным объектом исследования экологической геологии являются эколого-геологические системы как часть экосистем, особенности которых в основном обусловлены их литогенной основой – литотопом, от состава и состояния которого во многом зависят все прочие компоненты (подсистемы) ЭГС, как абиотические (почвы), так и биотические.

Литература

1. Королёв, В.А. Особенности эколого-геологических систем массивов скальных грунтов / В.А. Королёв, В.Т. Трофимов, М.А. Харькина // ГеоИнфо, 2023. – № 2. – С. 6–17.
2. Трофимов В.Т. Эколого-геологическая система, её типы и положение в структуре экосистемы / В.Т. Трофимов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология, 2009. – № 2. – С. 48–52.
3. Экологическая геология: учебник / Трофимов В.Т. – М.: Издательство Московского университета, 2024. – 415 с.

ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ОТ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ГРАНИТНОМ КАРЬЕРЕ «МИКАШЕВИЧИ»

*А.Г. Аронов¹, В.А. Беляева¹, Э.Г. Гаврилкович², Ю.В. Мартинович¹,
В.Ч. Орловский², К.В. Терещенко¹*

¹Центр геофизического мониторинга НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь, tsiareshchenko@cgm.by

²Республиканское унитарное производственное предприятие «Гранит»,
г. Микашевичи, Республика Беларусь

Проблема влияния деятельности горнопромышленных объектов на жилую застройку является важной и актуальной, особенно в районах, где ведется разработка полезных ископаемых открытым способом. Это может привести к повреждению зданий и их дальнейшей непригодности для эксплуатации.

Целью работы стала инструментальная оценка сейсмического воздействия на жилую застройку г. Микашевичи при проведении массовых промышленных взрывов на гранитном карьере «Микашевичи».

Для получения обоснованных данных о характере сейсмических воздействий от взрывов различной мощности на разных горизонтах отработки породы в карьере были изучены:

1. Характер затухания суммарной векторной скорости и ее составляющих в зависимости от расстояния, как для отдельных взрывов, так и в целом для всех рассматриваемых взрывов.

2. Зависимость суммарной векторной скорости от приведенного расстояния.

Для мониторинга промышленных взрывов и оценки их влияния на зону жилой застройки города Микашевичи на месторождение строительного камня «Микашевичи» в августе 2023 года была установлена сеть сейсмических станций. Две станции сети (МКЕЕ, МКСЕ) располагались в жилой зоне, одна станция (МКНН) на борту карьера и две станции (МКSW, МКWW) примерно в 1 км от бортов карьера.

Сейсмологические наблюдения проводились цифровыми станциями в составе короткопериодных трехкомпонентных сейсмометров-велосиметров LE-3DLite/1s и регистраторов сейсмических сигналов GeoSig GMSplus, а также LE-3DLite/1s в комплекте с регистратором Delta-03M.

Для обработки сейсмических записей взрывов был использован программный комплекс SeisComP версии 5 [1].

В процессе первичной обработки сейсмических записей выделяется «полезный» сигнал на уровне микросейсмического шума с последующей интерпретацией амплитудных изменений в виде расстановки фаз вступления продольных и поперечных волн.

Стоит отметить, что для большинства взрывов, зарегистрированных на станциях сети, характерным является высокий уровень амплитуд сейсмических волн, поляризованных в вертикальном направлении, при этом горизонтальные компоненты вносят меньший вклад в значения суммарной векторной скорости смещения грунта.

Исходные данные, такие как мощность взрыва (средняя масса заряда одной скважины, масса заряда по блоку), местоположение взрыва, расстояния до пунктов сейсмологических наблюдений, инструментально зарегистрированная скорость смещения грунта, были использованы для определения степени сейсмического воздействия.

Значения локальных магнитуд M_L , полученные по результатам камеральной обработки взрывов, соотносились с фактически использованными в промышленных взрывах массами зарядов по материалам горнодобывающего предприятия с последующей линейной аппроксимацией в пределах заданного доверительного интервала $\pm 0,2\sigma$. Полученные результаты дали основание утверждать, что в дальнейшем планируемые взрывы со средней массой заряда по одной скважине от 150 до 750 кг (или с массой заряда по блоку от 000 до 100 000 кг) с 98%-ной вероятностью попадут в рассматриваемый доверительный интервал, согласующийся с диапазоном изменения магнитуд от 2,25 до 3,15.

При изучении сейсмического эффекта промышленных взрывов необходимо иметь данные о микросейсмическом фоне в районе проведения работ. Обычно сейсмический шум оценивается как смещение грунта на различных частотах, то есть является функцией частоты. Из практических соображений принято вычислять спектры плотности мощности шума скорости или ускорения. Для подробного спектрального анализа были выбраны взрывы, суммарная векторная скорость смещения грунта которых оценивалась значениями более 0,3 см/с. Наибольший вклад в спектр вносят частоты до 15 Гц. Абсолютно для всех записей взрывов на спектрах Накамуры [2] присутствует максимум около частоты 2,5 Гц, что позволяет сделать следующий вывод: для зданий и сооружений вблизи расположения некоторых сейсмических станций сети данная частота является резонансной и должна быть учтена при оценке влияния сейсмических воздействий.

Для проведения оценки влияния промышленных взрывов на здания и сооружения в г. Микашевичи был выбран способ критических горизонтальных скоростей колебаний для различной степени повреждения разных типов зданий согласно данным работы [3].

За «представительные» здания принимались объекты, соответствующие параметрам этажности, материала и близости расположения к станции. В качестве «представительного» одноэтажного кирпичного здания было выбрано здание ДОСААФ, находящееся в 190 метрах от станции МКЕЕ. Здание Церкви в два этажа подходит под параметры «представительного» многоэтажного кирпичного здания и располагается в 285 метрах от станции МКЕЕ. Выбор двухэтажного здания в качестве «представительного» многоэтажного обусловлен жилой застройкой города вблизи карьера.

Для «представительного» здания Церкви (многоэтажное кирпичное здание) все взрывы со скоростями смещения грунта выше 0,3 см/с, но ниже 0,6 см/с будут вызывать легкие повреждения в 5% случаев. За весь период наблюдений таких взрывов было зафиксировано 12. Следовательно, взрывы, которые могут вызвать легкие повреждения у данного «представительного» здания при однократном воздействии, составят 18% от общего числа анализируемых взрывов.

Для «представительного» здания ДОСААФ (одноэтажное кирпичное здание), при воздействии скорости смещения грунта выше 0,5 см/с будут возникать легкие повреждения в 5% случаев. За весь период наблюдений было зафиксировано два таких взрыва со скоростью смещения грунта выше 0,5 см/с. Таким образом, взрывов, которые могут вызвать легкие повреждения у данного «представительного» здания при однократном воздействии, будет всего 3% от общего числа анализируемых взрывов.

Представленный анализ на возможное возникновение повреждений здания отражает однократное воздействие на здания и сооружения. Вероятность повреждения возрастает при повторяющихся воздействиях. Кроме того, вероятность повреждения здания увеличивается при ухудшении его технического состояния из-за постоянных легких повреждений. При этом осыпание побелки, тонкие трещины в штукатурке, в стыках плит перекрытия, в отопительных печах, откалывание небольших кусков штукатурки и др. могут привести к более значительным повреждениям (массовые трещины в кирпичных стенах; трещины в стыках плит перекрытий; повреждение каркасов щитовых зданий; перекосы оконных и дверных коробок и др.).

Литература

1. Helmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre for Geosciences and gempa GmbH. The SeisComP seismological software package // GFZ Data Services, 2008.
2. Nakamura, Y. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface / Y. Nakamura // Q. Rep. Railway Tech. Res. Inst. – 1989. – Vol. 30, № 1. – P. 25–33.
3. Адушкин, В.В. Подземные взрывы / В.В. Адушкин, А.А. Спивак; Рос. акад. наук, Ин-т динамики геосфер. – Москва: Наука, 2007. – 579 с.

ОСОБЕННОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ ПОЧВ

Е.А. Архипов

**Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, г. Калининград,
Российская Федерация, egor.arhipov2000@gmail.com**

Настоящие материалы посвящены рассмотрению особенностей статистической обработки результатов геоэкологического опробования почв, проведенного на территории города Хабаровск. Для анализа были использованы данные, полученные