

УДК 550.343.9:551.24:551.240

Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А,
Камчыбеков Ы.П.
Институт сейсмологии НАН КР,
г.Бишкек, Кыргызстан

СЕЙСМОРЕГИСТРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЗРЫВА НА КАРЬЕРЕ «БОЗЫМЧАК», КЫРГЫЗСТАН

Аннотация: В работе приведены результаты научно-исследовательской работы по воздействию промышленного взрыва на жилые дома, расположенные в районе рудника «Бозымчак».

Ключевые слова: промышленный взрыв, запись велосиграммы взрыва, преобладающая частота колебания.

КЫРГЫЗСТАНДАГЫ «БОЗЫМЧАК» КАРЬЕРИНДЕГИ ӨНДҮРҮШТҮК ЖАРДЫРУУНУН СЕЙСМОКАТТООСУ

Кыскача мазмуну: Аталган иште «Бозымчак» кенинин районунда жайгашкан турак-жай үйлөрүнө өндүрүштүк жардыруунун тийгизген таасири боюнча илимий-изденүүчүлүк ишинин жыйынтыктары келтирилген.

Негизги сөздөр: өнөр жай жарылуусу, жарылуунун велосиграммасын жазып алуу, олку-солкулуктун ашып турган жыштыгы

SEISMIC REGISTRATION OF CHEMICAL EXPLOSION IN THE "BOZYMCHAK" MINE, KYRGYZSTAN

Abstract: The results of investigation of the effect of chemical explosion to the buildings located in the area of the "Bozymchak" mine are presented in the paper.

Keywords: industrial explosion, explosion velosigrammy record fluctuations in the prevailing rate.

Проблеме влияния инженерной деятельности человека на сейсмическую безопасность в последние годы стали уделять все больше внимания во всём мире. И это не случайно, добыча полезных ископаемых с помощью химических взрывов в глубоких скважинах, закачка жидких отходов в скважины, использование подземных вод и т.д. вносят коррективы в сейсмоструктурную обстановку локального района, и игнорирование этих факторов может привести к нежелательным последствиям.

Исследования данного вопроса очень важны для территории Кыргызстана, где добыча полезных ископаемых ведётся исключительно в сейсмоактивном районе зачастую с использованием взрывных работ.

Геологическая характеристика месторождения «Бозымчак». Общие сведения о месторождении. Месторождение «Бозымчак» расположено на южных склонах Чаткальского хребта в бассейне реки Гава, в верховьях её левого притока - Джалгызурюкская. Административно площадь месторождения расположена на территории Алабукинского района Джалалабадской области Кыргызской Республики и составляет 1.5 кв. км.

Географические координаты месторождения: 41°15'30" с.ш. и 71°03'43" в.д.

Рельеф района месторождения - резко пересечённый, скалистый, с относительными превышениями до 300-350 м. Абсолютные отметки площади разработок изменяются от 1700 м до 2500 м. Опасных склонов для схода снежных лавин и сильных селевых потоков нет.

Сейсмичность оценивается в 9 баллов [1]. Район не является лавиноопасным.

Климат района - резко континентальный с холодной и продолжительной (4-4.5 месяца) зимой и жарким сухим летом. Средняя температура января - 10-15°C, июля - от +20° до +35°C. Среднегодовое количество осадков составляет 385 мм.

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки - 15°C. Расчётное значение снеговой нагрузки – 70 кг/м². Нормативное значение ветрового давления – 20 кг/м².

Основное направление ветра – северо-западное. Наибольшая высота снежного покрова – 51 см, средняя – 13 см.

Ближайшие населённые пункты: Джалгызурюк находится на расстоянии 2.2 км, Кек-Таш и Кок-Сарек - в 8-10 км к югу от месторождения. Районный центр, Ала-Буга, расположен в 80 км, из них 25 км - грунтовая дорога, и 55 км - частично асфальт и частично грейдер. Ближайший населённый город с железнодорожной станцией, Таш-Кумыр, находится в 185 км от месторождения. Также грунтовыми автодорогами месторождение связано с кишлаком Гава (16 км) и далее асфальтированной автодорогой с железнодорожной станцией Чуст (24 км), находящейся на территории Узбекистана.

Геологическая характеристика месторождения. Медно-золотое месторождение «Бозымчак» приурочено к контакту гранодиоритов Джалгизурюкского массива с карбонатной толщей девона и карбона и имеет в плане подковообразную форму, обращённую выпуклостью на север. Скарновая залежь, вмещающая оруденение, прослеживается на контакте известняков с гранодиоритами. Общая протяжённость её в плане 2 км, с падением в южном направлении под углами 75-86° под гранодиориты. Мощность скарновой залежи изменяется от 7-10 м в пережимах, до 85 м - в раздувах.

Рудная минерализация контролируется, главным образом, скарнами гранат-волластонитового, реже гранат-пироксенового состава на восточном фланге месторождения и носит прожилково-вкраплённый характер. Месторождение «Бозымчак» условно подразделено на 4 участка: Юго-Западный, Центральный, Восточный и Даван, границами между которыми служат тектонические нарушения. Здесь наблюдается резкое изменение в простирации рудных тел. Центральный участок имеет протяжённость 800 м. На юго-западе граница его условно проводится по Западному разлому, на востоке – по Штольневому разлому. Западная граница Восточного участка – общая с Центральным участком, восточная проводится по Дайковому разлому.

Протяжённость наиболее крупного Центрального участка, от Западного разлома до Штольневого на юго-востоке, составляет 920 м. На западе Центрального участка простираение скарновой залежи северо-восточное, далее на восток переходит в близширотное и на востоке участка меняется на юго-восточное.

В соответствии с классификацией месторождений по сложности геологического строения, месторождение «Бозымчак» отнесено ко 2-ой группе, что подтверждается проведёнными статистическими исследованиями по распределению меди, золота и мощностей рудной залежи.

Организация сейсмометрических наблюдений. Для решения поставленной задачи был оборудован сейсмопункт на участке жилого дома села Жалгызурюк. Для записи сейсмозврывной волны использовался сейсмоприёмник СМ-3В Института сейсмологии НАН КР. Сейсмоприёмник СМ-3В был установлен возле фундамента обследованного дома. Дом расположен на склоне гор; основанием под фундаменты дома служат насыпные грунты. Толщина искусственных грунтов в данном месте колеблется в пределах от 1.2 м до 2 м.

С помощью GPS были определены координаты расположения данного сейсмопункта. По координатам определялось эпицентральное расстояние сейсмопункта до зарядов.

Расположение сейсмопункта относительно зарядов показано на рисунке 1. Аппаратурное обеспечение и эпицентральное расстояние для данного сейсмопункта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Аппаратурное обеспечение	Эпицентральное расстояние до места взрыва		Название сейсмопункта	Географические координаты сейсмопункта по GPS
	Кратчайшее, м	По поверх., м		
СМ-3В, АЦП	1350	2215	Дом	41°15'09.31"71°02'35.6", Н=1823 м

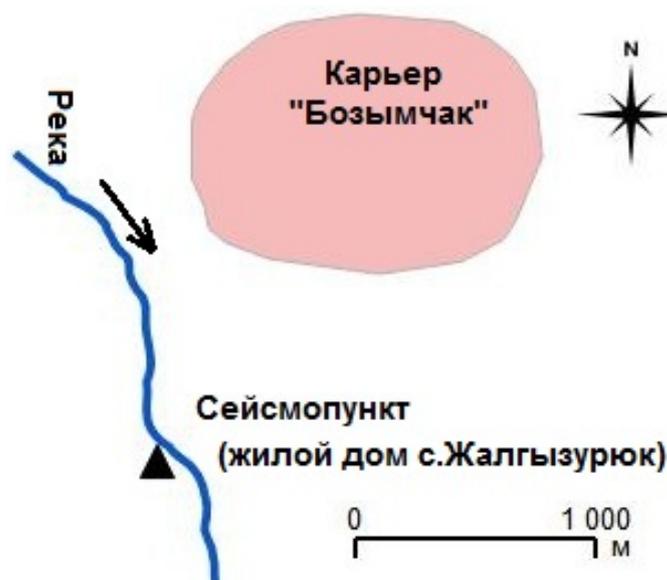


Рисунок 1. Карта-схема расположения пункта наблюдения в районе карьера «Бозымчак».

Анализ результатов сейсмометрических наблюдений. 08 июля 2012 г. в карьере рудника «Бозымчак» произведён взрыв мощностью 15 тонн.

Исходные регистрограммы взрывной волны, полученные в сейсмопункте, являются трёхкомпонентными велосиграми. На рисунке 2 приведены амплитудные спектры Фурье скорости взрыва мощностью 15 тонн, зарегистрированного 8 июля 2012 г. в данном сейсмопункте.

Красная регистрограмма - велосигрма вертикальных колебаний (Z), синяя – горизонтальные колебания по направлению взрыва (X), зелёная – горизонтальные колебания перпендикулярные направлению взрыва (Y). По оси абсцисс отложено время в секундах (ноль времени является условным), а по оси ординат – скорость в мм/с для записи и вектора горизонтальной скорости; по оси абсцисс - частота в герцах, а по оси ординат – скорость в мм/с для амплитудного спектра Фурье.

При взрыве мощностью 15 т была зарегистрирована волна, продолжительностью колебаний около 0.5 секунды. Сейсмозрывная волна начинается с высокочастотных колебаний, после которых следуют относительно низкочастотные колебания. [2].

Сейсмометрические данные: анализ результатов. На рисунках 2 и 3 показаны записи скорости, а также соответствующие амплитудные спектры Фурье, зарегистрированные в данном сейсмопункте, размещённом в жилом доме. Данные по записям и обработке приведены для взрывной массы 15 тонн (8 июля 2012 г.).

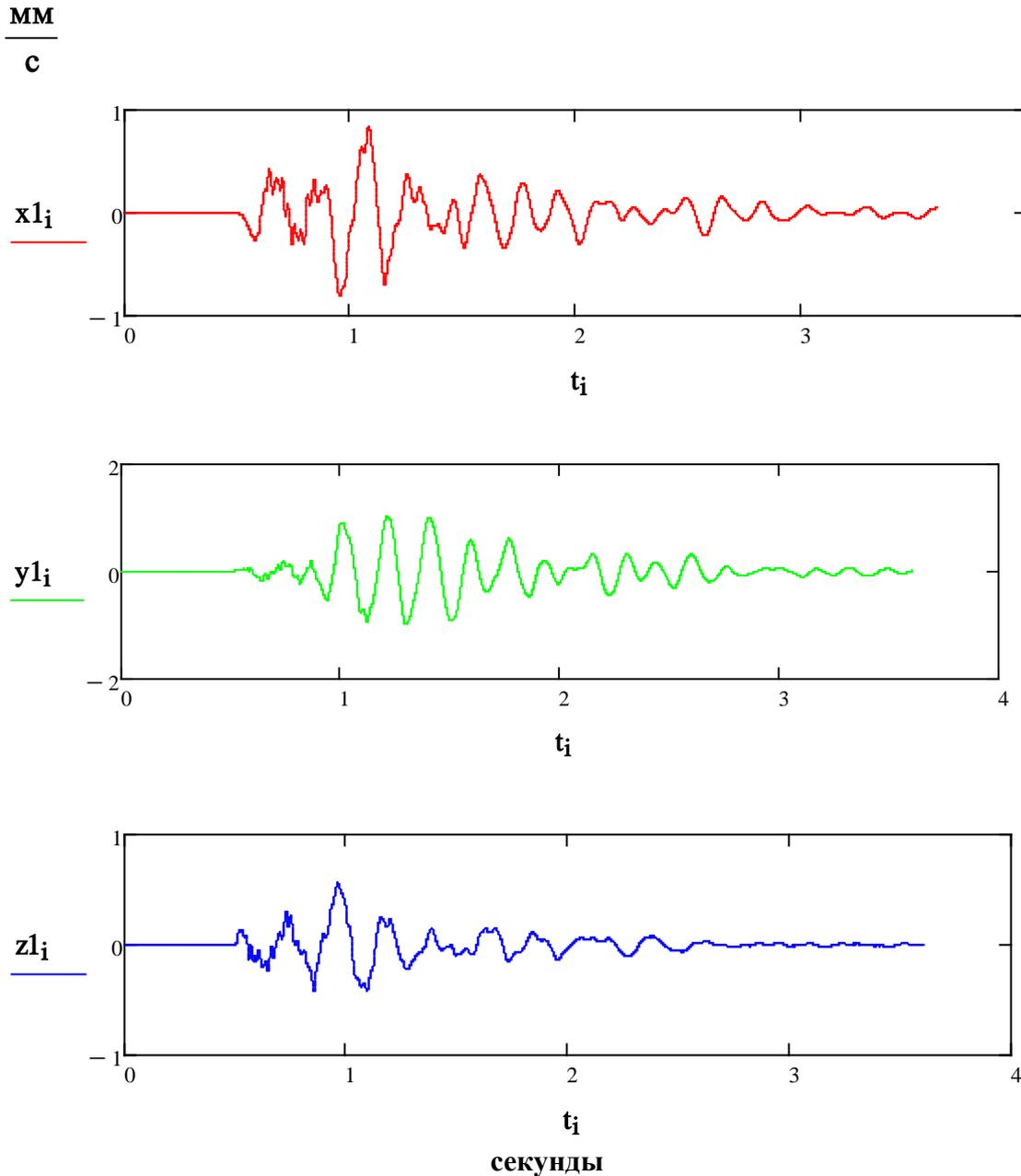


Рисунок 2. Велосиграммы взрыва мощностью 15 тонн (08 июля 2012 г.). Красная запись (Z) – вертикальные колебания; синяя (X) – горизонтальные колебания по направлению взрыва; зелёная (Y) – горизонтальные колебания перпендикулярно направлению взрыва.

На рисунке максимальные величины скорости: $X=0,83334$ мм/с, $Y=1,0265$ мм/с $Z=0,5608$ мм/с.

Макросейсмическое обследование. Жители села «Джалгизурюк», находящегося рядом с действующим рудником «Бозымчак», стали жаловаться на то, что в их домах появились трещины вследствие воздействия взрыва, произведённого 13 мая 2012 г. на руднике «Бозымчак». С этой целью было проведено макросейсмическое обследование этих домов.

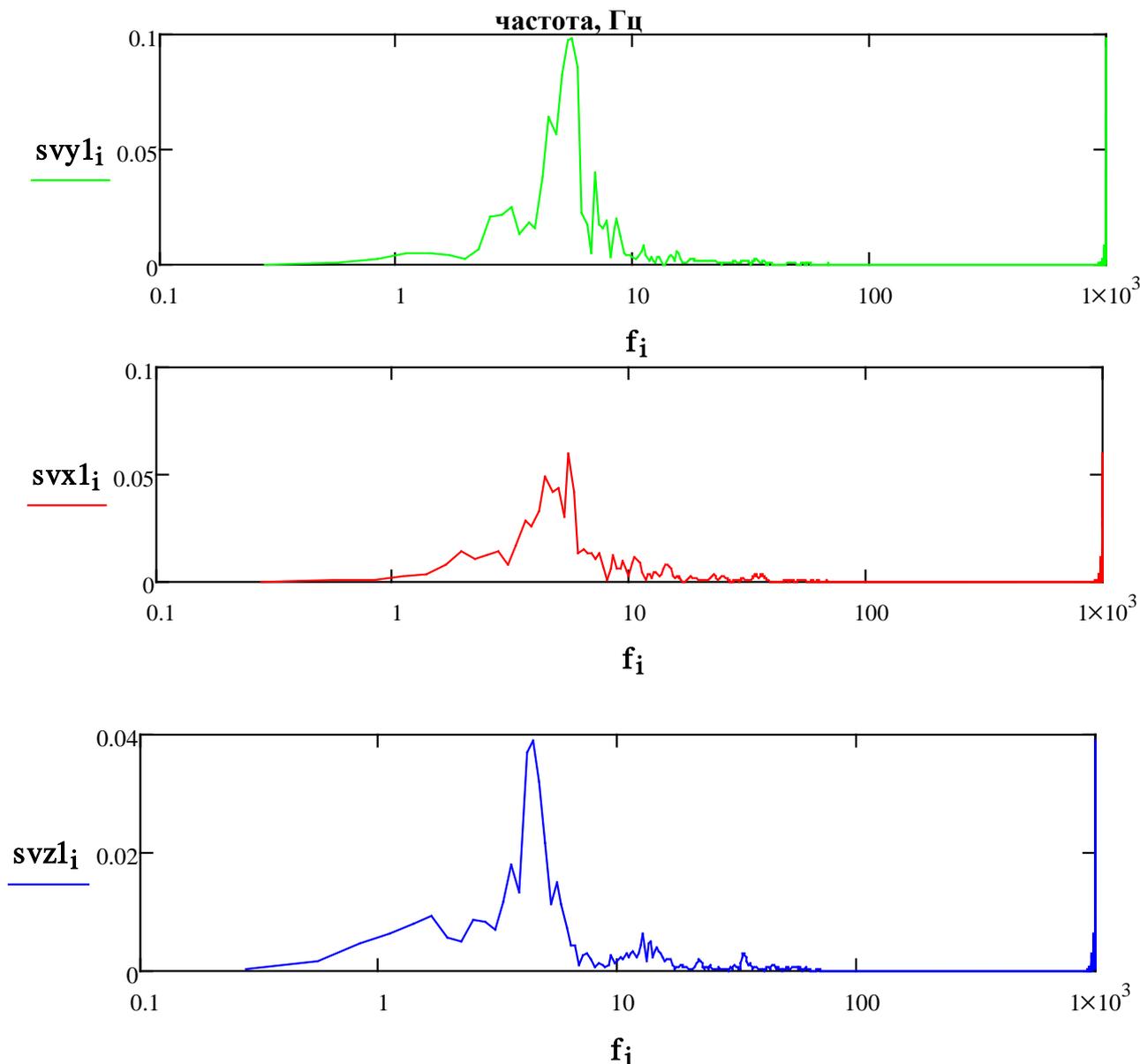


Рисунок 3. Амплитудный спектр Фурье скорости взрыва мощностью 15 тонн (8 июля 2012 г.). Красная запись (Z) – вертикальные колебания; синяя (X) – горизонтальные колебания по направлению взрыва; зелёная (Y) – горизонтальные колебания, перпендикулярные направлению взрыва.

Обработка записи взрывной волны 13 мая 2012 г. Взрыв, произведённый 13 мая 2012 г. на территории рудника «Бозымчак», зарегистрирован как сейсмическое событие. Для проведения сводной обработки, а значит и получения более полной и точной информации, были привлечены данные Центра Данных Института сейсмологии НАН КР, В таблице 2 приведены сведения о взрыве на руднике «Бозымчак» и характеристики, полученные по записям сейсмических станций.

Таблица 2

Сведения о взрыве на руднике «Бозымчак» и полученные характеристики по записям сейсмических станций

Дата	Время	Широта	Долгота	Глубина, км	Магнитуда, (M _{Рv})	V _p /V _s	V _p	V _s	K
13.05.2012	9 ^h 51'19.54"	N 41°18.32'	E 71°08.02'	14.00	2.87	1.75	6.21	3.55	6.92

Примечание — V_p, V_s в км/сек.

Сейсмическая обстановка в районе рудника «Бозымчак». Для анализа сейсмичности территории были привлечены данные каталога землетрясений в квадрате 15 км и 5 км от рудника «Бозымчак». Эпицентры землетрясений были рассмотрены с 1 по 13 мая 2012 г. – даты произведённого взрыва. На карте-схеме рисунка 4 показаны эпицентры землетрясений. Основные параметры событий приведены в таблице 3.

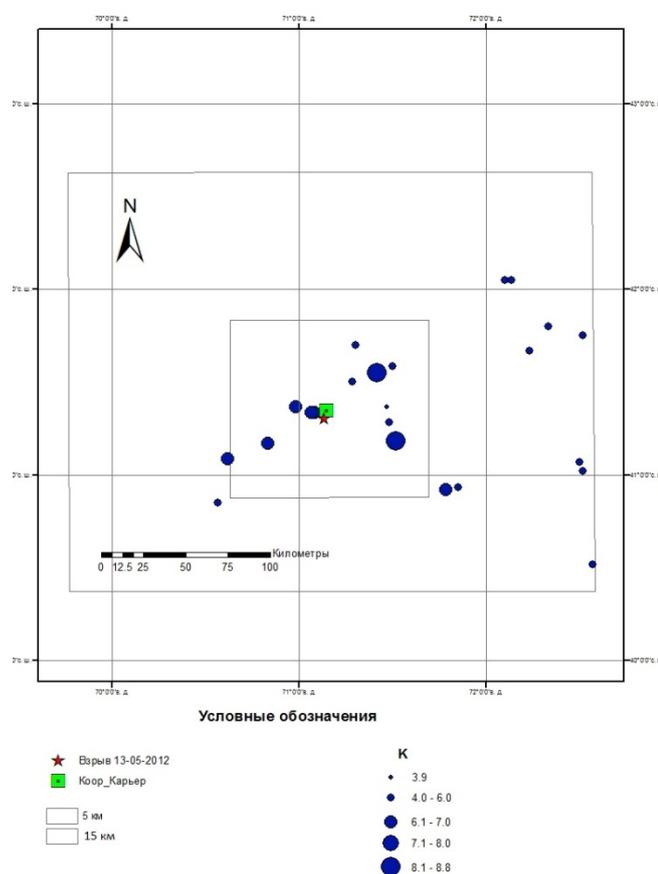


Рисунок 4. Карта-схема эпицентров землетрясений в районе рудника «Бозымчак». Звёздочкой обозначен эпицентр взрыва 13-05-2012 г.; зелёный квадрат – географические координаты карьера «Бозымчак»; 5 км – территория в квадрате 5 км от рудника; 15 км – территория в рамках 15 км от рудника; K- энергетический класс землетрясений.

Таблица 3

**Каталог землетрясений в районе рудника, произошедших
с 1 мая по 13 мая 2012 г.**

Год	Месяц	День	Час	Мин	Сек	Широта	Долгота	Н, км	К
2012	5	1	11	9	25.0	41.167000	70.833000	35	6.0
2012	5	2	1	3	27.1	41.183000	71.517000	22	8.7
2012	5	2	6	40	0.4	40.933000	71.850000	12	5.8
2012	5	2	14	20	26.5	41.667000	72.233000	17	5.1
2012	5	2	17	35	37.9	40.917000	71.783000	19	6.3
2012	5	3	3	39	55.7	41.750000	72.517000	17	4.8
2012	5	4	8	11	7.9	40.850000	70.567000	16	5.6
2012	5	5	12	44	11.3	41.367000	70.983000	17	6.6
2012	5	5	23	37	43.1	41.367000	71.467000	0	3.9
2012	5	5	23	41	1.5	41.283000	71.483000	0	4.8
2012	5	6	3	50	45.6	41.083000	70.617000	23	6.0
2012	5	7	1	31	38.9	42.050000	72.133000	11	4.6
2012	5	7	5	12	43.1	42.050000	72.100000	15	5.7
2012	5	7	16	42	41.3	41.800000	72.333000	13	4.7
2012	5	8	15	6	45.0	40.517000	72.567000	22	5.4
2012	5	9	6	13	11.4	41.017000	72.517000	20	5.4
2012	5	9	9	17	46.4	41.333000	71.067000	11	6.2
2012	5	10	16	4	9.2	41.583000	71.500000	26	5.4
2012	5	10	17	25	28.9	41.550000	71.417000	17	8.8
2012	5	12	1	26	28.0	41.700000	71.300000	16	5.4
2012	5	12	9	38	4.0	41.067000	72.500000	10	5.0
2012	5	12	17	38	45.7	41.500000	71.283000	15	5.3
2012	5	13	9	51	19.1	41.333000	71.083000	12	6.9

Примечание: Н – глубина эпицентра; К – энергетический класс землетрясения.

На основании анализа карт эпицентров землетрясений и табличных данных следует вывод, что в день проведения взрыва в указанном районе землетрясений не было. Отсюда следует, что макросейсмические исследования были проведены по последствиям от взрыва, произведённого 13 мая 2012 г.

Результаты макросейсмического обследования. Для оценки воздействия взрывной волны на находящиеся вблизи рудника жилые дома села Жалгызурюк, было проведено макросейсмическое обследование повреждений в этих домах.

Жилые дома села выстроены на достаточно крутом склоне. Застройка представлена домами конструкции «сынч» - деревянный несущий каркас из тополя с глиняным заполнением стен. Фундаменты домов выполнены из «рваного» карьерного камня с примесью глины. Каркас имеет верхнюю и нижнюю обвязки, соединённые диагональными связями, установленными под различными углами в пределах одной стены. Каркас заполнен грунтообломками («гуваляк») и оштукатурен глиняным раствором. По шкале MSK-64, MMSK-92 и EMS-98 такие конструкции относятся к типу сооружений А [3,5,6]. В результате обследования домов были выявлены следующие повреждения: по углам стен обнаружены видимые трещины разной направленности, опадание небольших кусков штукатурки в верхних

углах на стыке внутренних стен и деревянного перекрытия, оконных и дверных проёмах. По степени повреждений они относятся к 1 и 2 категории по сейсмическим шкалам интенсивности MSK-64, MMSK-92 и EMS-98 (европейская макросейсмическая шкала). Дома типа А являются несейсмостойкими зданиями и, как правило, получают существенные повреждения при интенсивности сейсмических колебаний от 6 баллов.

В таблице 4 приведены зарегистрированные максимальные скорости горизонтальных колебаний. По зарегистрированным скоростям колебаний с помощью таблицы для горных взрывов [4,7] можно определить соответствующую интенсивность сейсмических колебаний грунта при разных мощностях взрыва.

Интенсивность сейсмических колебаний от взрыва 15 т составила 4 балла. На заданном сеймопункте скорость максимальных колебаний равна 0.76 мм/с и интенсивность 1 балл. На основании проведённого анализа записей, воздействие колебаний от взрывной волны 15 т не оказывает влияния на устойчивость жилых домов, расположенных на расстоянии 2215 м и 3710 м.

Таблица 4

Количественные значения амплитуды скорости и спектров колебаний взрывной волны

Амплитуда записи скорости			Амплитудный спектр Фурье скорости						Шкала Медведа для горных взрывов
X, мм/с	Y, мм/с	Z, мм/с	X, мм/с	f, Гц	Y, м/с	f, Гц	Z, м/с	f, Гц	Балл
0.83	1.03	0.56	0.06	5.54	0.10	5.54	0.04	4.43	1

Выводы:

1. На основании анализа карт эпицентров землетрясений и табличных данных следует вывод о том, что в день проведённого взрыва в указанном районе землетрясений не было. Отсюда следует, что макросейсмические исследования были проведены по последствиям взрыва, произведённого 13 мая 2012 г.
2. Дома села Джалгизюрюк, находящиеся рядом с рудником «Бозымчак», расположены на крутом склоне; основания под строения для выравнивания засыпаны грунтом. По конструкции постройки эти типа «сынч»; фундаменты из рваного камня, возведены без учёта норм и правил сейсмостойкого строительства.
3. На основании проведённого анализа записей, воздействие колебаний от взрывной волны 15 т не оказывает влияния на устойчивость жилых домов, расположенных на расстоянии 2215 м.

Литература

1. Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики (объяснительная записка) / под ред. К.Е. Абдрахматова; НАН КР, Ин-т сейсмологии. – Бишкек, 2013. - 51с.

2. Куликов В.И., Эткин М.Б., Камчыбеков М.П. Сейсмическое действие Камбаратинского взрыва. // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 4: сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2013. - С.126-137.
3. Медведев. С.В. Инженерная сейсмология. М.: Стройиздат. 1962. – 284 с.
4. Медведев. С.В. Сейсмика горных взрывов. Недра. 1964.
5. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. / Госстрой СССР. - М.: АПП ЦИТП, 1991. – 50 с.
6. СНиП КР 20-02:2009 Сеймотруштуу курулуш. Сейсмостойкое строительство. Бишкек:2009, Госстрой КР, - 103 с.
7. Цейтлин Я.И., Смолий Н.И. Сейсмические и ударные воздушные волны промышленных взрывов. М.: Недра, 1981. – 192 с.

Рецензент: к.г.-м.н. А. Б. Фортуна