

Сейсмическое воздействие массовых взрывов на природно-технические объекты

Н.Н. Гриб, зам. директора по научной работе, д-р техн. наук, профессор

Г.В. Гриб, заведующая лабораторией, канд. геол.-мин. наук

А.А. Сясько, ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук

А.В. Качаев, заведующий лабораторией

Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета, г. Нерюнгри

e-mail: grib@nfygu.ru

Ключевые слова:

массовый взрыв, сейсмический эффект, максимальная векторная скорость, природно-технические объекты.

Сейсмическая безопасность массовых взрывов является одной из наиболее важных проблем при разработке полезных ископаемых открытым способом. Наибольший интерес представляет изучение сейсмического эффекта массовых взрывов, который влияет на целостность промышленных и жилых объектов. В данной статье представлена оценка степени негативного воздействия сейсмических эффектов от массовых взрывов разреза «Нерюнгринский» на природно-технические системы, расположенные в зоне влияния взрывных работ. Основной характеристикой оценки сейсмического воздействия взрывной волны, способной вызвать повреждения природно-технических сооружений, является максимальное значение векторной скорости перемещения грунта при массовых взрывах. При определении допустимых скоростей колебаний учитывался их частотный состав, поскольку волны различной частоты при равных значениях скорости смещения представляют опасность в неодинаковой степени. При оценке сейсмического действия взрывов учитывались особенности частоты колебаний сооружений как от сейсмического воздействия самих взрывов, так и частоты собственных колебаний сооружений. Учитывая спектральный состав колебаний, возбуждаемых взрывами, и значения собственных частот колебаний емкостей с газом и здания компрессорной станции, частоты отличаются в 1,5–2 раза, что исключает возникновение резонансных явлений. При определении допустимой скорости учитывалась раскачка здания. Здесь под раскачкой понимается отношение максимального смещения, измеренного на верхних точках сооружений, к максимальному смещению грунта фундамента. По результатам прямых измерений раскачка не превышает 1, 5 раза, поэтому можно опираться на преобладающие значения отношений, полученных экспериментальным путем, как статистически обоснованные, и допустимые скорости для исследуемых объектов принять $U_{дон} = 1,25$ см/с.

1. Введение

Сейсмическая безопасность массовых взрывов является одной из наиболее важных проблем при разработке полезных ископаемых открытым способом. При постоянном увеличении добычной площади разреза «Нерюнгринский», приближении фронта горных работ к особо охраняемым объектам и повышении требований к устойчивости ранее возведенных зданий и сооружений, а также бортов разреза, вопрос о сейсмическом

воздействии стоит весьма остро. Это делает необходимым проведение мониторинговых исследований сейсмических волн от карьерных взрывов и техногенных землетрясений, а также уточнение зональности сейсмического воздействия при выборе параметров взрывной технологии для конкретных условий.

Известен негативный эффект сейсмического воздействия взрывов на биообъекты. Внезапные колебания почвы или сотрясения зданий и конструкций

вызывают у людей дискомфорт даже при относительно слабых амплитудах сейсмических волн.

Для сохранения природной среды, здоровья людей, целостности охраняемых объектов необходимо целенаправленное, комплексное изучение процессов, связанных с техногенным воздействием открытых горных работ на окружающую среду и человека. Для решения данной задачи в структурных предприятиях ОАО ХК «Якутуголь» организованы мониторинговые исследования сейсмического воздействия взрывов на здания и сооружения, расположенные в непосредственной близости и в ближней зоне (5–10 км) от разреза.

2. Методика исследований

Основной характеристикой оценки сейсмического воздействия взрывной волны, способной вызвать повреждение природно-технических сооружений, является максимальное значение векторной скорости перемещения грунта при массовых взрывах. Допустимая скорость колебаний зависит от назначения и состояния сооружений того или иного класса. Согласно общепринятой классификации зданий и сооружений для установления допустимых скоростей колебаний все охраняемые объекты делятся по степени ответственности на четыре класса [1]:

- I класс — особо ответственные здания и сооружения общегосударственного и республиканского значения, исторические и архитектурные памятники, ведение взрывных работ вблизи которых возможно лишь в исключительных случаях;
- II класс — сооружения промышленного назначения большой важности: трубы, здания цехов

больших размеров, копры шахт, водонапорные башни и т.п. со сроком службы 20–30 лет; здания и сооружения гражданского назначения с большим скоплением людей, кинотеатры, дома культуры и т.п.;

- III класс — сооружения промышленного и служебного назначения сравнительно небольших размеров в плане и не выше трех этажей по высоте: механические мастерские, компрессорные, бытовые комбинаты и т.п.; здания гражданского назначения с небольшим скоплением людей, магазины, служебные помещения и т.п.;
- IV класс — здания промышленного и гражданского назначения с ценными и дорогостоящими машинами и приборами, нарушение которых не угрожает жизни и здоровью людей: складские помещения, экипировочные пункты для транспорта, здания автоматизированных холодильников, компрессорных установок и т.п.

При определении допустимой скорости используются различные подходы. Один из них – экспертная оценка специалистов: строителей, проектировщиков, сейсмологов и др. Другой способ предполагает экспериментальное получение зависимости доли поврежденных зданий от скорости смещения грунта в их основании. Допустимые и предельные скорости колебаний грунта для зданий и сооружений, находящихся в зоне сейсмического действия взрывов, можно определять на основе специально разработанных шкал для оценки последствий взрывов.

Наибольшее распространение получил метод вероятностной оценки сейсмического эффекта взрыва

Таблица 1

Допустимая скорость колебаний грунта в основаниях зданий и сооружений, в зависимости от их класса, см/с [1]

Характеристика зданий и сооружений	II	III	IV
Здания и сооружения промышленного или гражданского назначения с железобетонными или металлическим каркасом с навесными панелями или легким заполнителем, имеющие антисейсмические усиления. Качество строительных работ хорошее, без отклонений от расчетной схемы. Остаточных деформаций в несущих элементах, конструкциях и заполнителе не имеется	5	7	10
Здания и сооружения с железобетонным или металлическим каркасом с заполнителем, без антисейсмических усилений. Остаточных деформаций нет	2	5	7
Каркасные здания, заполнитель – кирпичная или каменная кладка, трещины в заполнителе. Новое или старое крупноблочное или кирпичное здание без антисейсмических усилителей. Качество строительных работ хорошее. Остаточных деформаций не имеется	1.5	3	5
Каркасные здания, имеющие значительные нарушения в заполнителе и трещины в каркасе. Новое или старое здание из кирпича или крупных блоков, имеющее отдельные небольшие трещины в несущих стенах и перегородках	1	2	3
Старое или новое здание каркасного типа, имеющее трещины в каркасе, нарушения связей между отдельными элементами.			
Кирпичное или крупноблочное здание с несущими стенами, имеющими значительные нарушения в виде косых трещин, трещин в углах и т.п.			
Здания и сооружения, имеющие нарушения железобетонного каркаса, коррозию арматуры каркаса, крупные трещины в заполнителе. Здания с несущими стенами, имеющими значительное число трещин, нарушений связей между наружными и внутренними стенами и т.п.	0,5	1	2
Крупнопанельные здания без антисейсмических усилений	0,3	0,5	1

и допустимой скорости [1, 2]. В табл. 1 приведены значения допустимых скоростей в зависимости от класса, характеристики и состояния здания [1].

Регистрация сейсмике массовых взрывов, производимых в разрезе «Нерюнгринский», велась на объектах ООО «Лена Газ». Измерения проводились как на грунте в основании фундамента сооружений, так и на здании компрессорной станции и емкостях с газом.

Здание компрессорной станции кирпичное, одноэтажное, фундамент бетонный, внутренние перегородки кирпичные, без антисейсмического усиления, здание без видимых повреждений. Емкости с газом металлические, зарытые в землю, видимых повреждений и коррозии металла не наблюдалось. Исследуемые объекты согласно классификации относятся к III классу [1, 3]. На основании табл. 1 допустимая скорость колебаний грунта для сооружений данного класса составляет ≤ 5 см/с. Многократные взрывные воздействия повышают сейсмический эффект на 1–2 балла [4]. При многократном воздействии, вследствие накопления деформаций, рекомендуется снизить допустимую скорость в 2–4 раза. Учитывая, что взрывные работы в разрезе «Нерюнгринский» ведутся более 25 лет, рекомендуется снизить допустимую скорость в 4 раза, т.е. допустимую скорость колебаний грунта вокруг зарытой емкости следует принять равной 1,25 см/с.

Многообразие влияющих факторов ведет к тому, что в производственных условиях сейсмический эффект промышленных взрывов носит вероятностный характер. В свою очередь это делает необходимым использование математических методов. Допустимая скорость смещения в основании охраняемых объектов рассчитывается по зависимости, приведенной в [5]:

$$U_{\text{доп}} = 10e\sqrt{e^{k-p}}, \text{ см/с,}$$

где e — основание натурального логарифма;

k — класс сооружения по СНиП А-3.62 и А-12-69;

p — суммарный ранг объекта, учитывающий качественные и строительные особенности.

Скорость составляет $U_{\text{доп}} = 1,2$ см/с, поэтому для оценки сейсмоопасности исследуемого объекта принимаем значение $U_{\text{доп}} = 1,25$ см/с.

Всего за период мониторинга выполнены инструментальные измерения сейсмических эффектов от взрывов, расположенных практически по всему полю разреза (как по вертикали, так и по фронту, где велись горные работы). Взорванные блоки были забурены скважинами диаметром 244,5–314,3 мм. Применялась прямоугольная и квадратная сетка скважин от 5×5 м до 11×9 м с глубиной скважин от 2–18 м.

Конструкция зарядов взрывчатого вещества (ВВ), в основном сплошная, с коэффициентом заполнения скважины взрывчатым веществом от 0,5 до 0,7 длины скважины. Использовались как гранулированные ВВ, так и эмульсионные. Внутрискважинная сеть монтировалась с использованием изделий скважинных неэлектрических систем инициирования, поверхностная — с использованием изделий поверхностных неэлектрических систем инициирования с замедлением (25, 42, 67, 109, 176 миллисекунд — мс) или детонирующего шнура и пиротехнических реле (20, 45, 60, 80 мс).

Для регистрации сейсмических колебаний использовалась 12-канальная цифровая инженерно-сейсмометрическая станция «Байкал-14» в комплекте с сейсмоприемниками ОСП-2М (собственный период 0,167 с, затухание 10–15). Станция «Байкал-14» непосредственно регистрирует ускорение колебаний грунта в диапазоне частот 0,7–20 Гц и диапазоне амплитуд ускорения 0,01–30 см/с². Все измерительные каналы прокалиброваны на виброплатформе, что позволяет измерять сигналы в абсолютных уровнях ускорения. Цифровая сейсмическая станция укомплектована пакетом программ для регистрации и оперативной обработки сейсмических данных [3]. Программа регистрации «RegBaykalAll.exe» предназначена для сбора информации от сеймостанции. В процессе работы программа регистрации создает директорию «Data», в которую записываются файлы сейсмических колебаний от взрывов. При взрывах в разрезе «Нерюнгринский» регистрировались сейсмические колебания грунта в основании охраняемых объектов (X_1, Y_1, Z_1) и конструкций зданий этих объектов (X_2, Y_2, Z_2) (рис. 1).

Анализ сейсмологической информации, обработка записей взрывов проводилась с помощью специ-

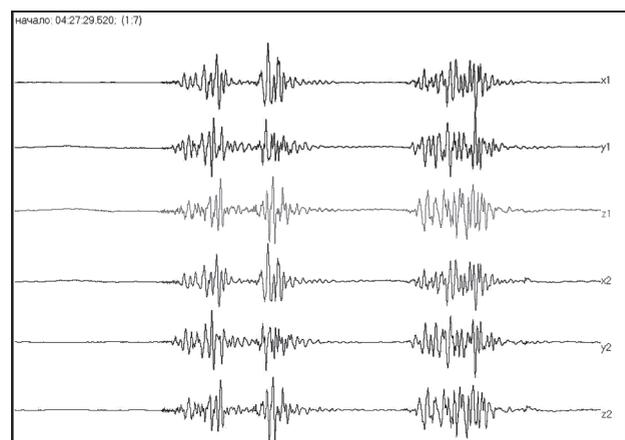


Рис. 1. Пример регистрации сейсмических колебаний от взрывов 19.01.13 г.: X_1, Y_1, Z_1 — колебания грунта в основании емкости; X_2, Y_2, Z_2 — колебания конструкции емкости с газом

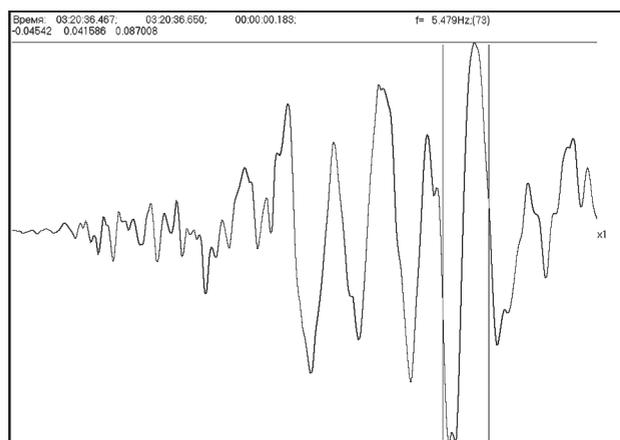


Рис. 2. Пример определения максимальной амплитуды скорости U_x и соответствующей ей частоты

ализированной программы «XX.exe». Программа обработки позволяет работать с файлами, созданными программой регистрации и сбора сейсмических данных. Определение вибросмещений или виброскорос-

стей проводилось численными методами с использованием операции интегрирования. Измерялись максимальные амплитуды скоростей и соответствующие им частоты (рис. 2). Результаты измерений скорости колебаний грунта и сооружений при взрывах приведены в табл. 2.

Так как при массовых взрывах производится одновременное инициирование нескольких взрывааемых блоков, в разной степени удаленных друг от друга в горизонтальной и/или вертикальной плоскостях, сейсмоприемники ОСП-2М ориентировались не относительно взрыва, а относительно осей защищаемого сооружения по направлениям: X — поперечное направление, Y — продольное, Z — вертикальная ось.

3. Обсуждение результатов

При рассмотрении кинематических элементов сейсмических волн объективное определение сейсмического эффекта наиболее точно и полно дает векторное значение скорости перемещений [6, 7, 1]. Наи-

Таблица 2

Результаты измерения скорости колебаний грунта и сооружений при взрывах на объекте «Лена Газ»

Дата	Пункт наблюдения	U_x , мкм	f_x , Гц	U_y , мкм	f_y , Гц	U_z , мкм	f_z , Гц	U_{xyz} , см/с	Место наблюдения	
19.01.2013	1 блок	ПН-5	0,01	2,4	0,01	1,5	0,01	3,8	0,02	грунт
		ПН-6	0,01	3,8	0,01	1,5	0,01	3,6	0,02	2,74
	2 блок	ПН-5	0,02	1,4	0,03	2,0	0,02	1,9	0,04	грунт
		ПН-6	0,02	1,9	0,03	2,0	0,02	1,9	0,04	2,74
	3 блок	ПН-5	0,03	1,3	0,03	1,5	0,03	1,3	0,05	грунт
		ПН-6	0,02	1,3	0,03	1,2	0,02	1,6	0,04	2,74
4 блок	ПН-5	0,02	1,6	0,03	1,5	0,01	1,1	0,04	грунт	
		0,01	1,5	0,02	1,5	0,02	1,1	0,03	2,74	
	ПН-6	0,02	1,4	0,03	2,1	0,02	1,1	0,04	грунт	
		0,02	2	0,03	2,1	0,02	1	0,04	2,74	
23.01.2013	1 блок	ПН-5	0,01	1,6	0,01	2,0	0,01	2	0,02	грунт
		ПН-6	0,02	1,6	0,01	2,1	0,01	2,2	0,02	2,74
02.02.2013	1 блок	ПН-5	0,01	1	0,03	0,8	0,03	0,7	0,04	грунт
		ПН-6	0,01	0,9	0,02	1,6	0,02	3,8	0,03	2,74
	2 блок	ПН-5	0,01	1,9	0,03	1,3	0,03	0,8	0,04	грунт
		ПН-6	0,01	1,9	0,02	2,0	0,02	2,3	0,03	2,74
09.02.2013	1 блок	ПН-5	0,75	6,1	0,65	5,3	0,54	4,9	1,13	грунт
		ПН-6	0,88	20	0,83	1,5	1,00	20,5	1,13	2,74
	2 блок	ПН-5	0,31	5,4	0,26	1,9	0,37	7,1	0,55	грунт
		ПН-6	0,49	18,2	0,38	14,3	0,47	7	0,78	2,74
28.02.2013	1 блок	ПН-5	0,02	1,3	0,02	1,9	0,01	3,3	0,03	грунт
		ПН-6	0,02	1,3	0,03	2,2	0,01	3,3	0,04	2,74
	2 блок	ПН-5	0,02	2,1	0,01	1,4	0,02	2,2	0,03	грунт
		ПН-6	0,03	2,1	0,03	2,4	0,03	2,3	0,05	2,74
	3 блок	ПН-5	0,03	1,2	0,02	2,2	0,02	2,4	0,04	грунт
		0,03	1,2	0,03	2,3	0,03	2,3	0,05	2,74	
21.03.2013	1 блок	ПН-5	0,51	5,3	0,41	5,6	0,49	5,1	0,82	грунт
		ПН-6	0,70	18,9	0,63	1,5	0,81	19,2	1,04	2,74

большая результирующая скорость определяется с учетом компонент X, Y, Z :

$$U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2 + U_z^2},$$

где U_x, U_y, U_z – амплитуды скорости перемещений по компонентам X, Y, Z соответственно (см. рис. 1).

Максимальная результирующая скорость рассчитывалась по трем составляющим X, Y, Z , максимумы которых обычно проявляются в различное время:

$$U_{xyz} = \left| \sqrt{U_x^2 + U_y^2 + U_z^2} \right| \max. \quad (1)$$

Эта скорость, заменяющая U , может быть равна или больше фактической векторной скорости, но разность обычно не превышает 20–30%.

Поскольку максимальная мгновенная скорость наступает в разных составляющих не одновременно, векторная скорость не относится к какому-либо общему для всех составляющих моменту времени. Известно, что энергия по каждой составляющей пропорциональна квадрату максимальной скорости смещения на сейсмограмме, а полная энергия может быть получена суммированием энергий по отдельным составляющим. Это видно на рис. 1, когда максимальная мгновенная скорость отмечается в поверхностных волнах релеевого типа. В этом случае из теории следует, что моменты наступления максимальных мгновенных скоростей U_x и U_z принципиально не могут совпадать по времени, так как по этим двум составляющим колебания сдвинуты по фазе на 90° . Когда по составляющей X наступает максимальная скорость, по составляющей Z она близка к нулю, и наоборот. Формула (1), таким образом, придает физический смысл векторной скорости, которую можно назвать энергетической скоростью [6]. В дальнейшем для краткости величину U_{xyz} будем называть скоростью колебаний или скоростью смещения в отличие от скорости распространения сейсмических волн.

При обработке сейсмограмм взрывов, осложненных техногенными высокочастотными помехами, использовался фильтр частотой 0,1–10 Гц. Максимальная результирующая скорость (U_{xyz}) по трем составляющим X, Y, Z рассчитывалась по зависимости (1).

В табл. 2 приведены скорости смещения колебаний грунта, измеренные в основании объектов промплощадки ООО «Лена Газ» и самих объектов. Диапазон изменения амплитуд скоростей смещений грунта составляет 0,02–1,13 см/с. При этом преобладают значения максимальных векторных амплитуд в диапазоне 0,02–0,04 см/с (рис. 3). По шкале балльности для взрывов [8] эти значения по уровню динамических нагрузок не превышают 3 балла (табл. 3).

При определении допустимых скоростей колебаний учитывался их частотный состав, поскольку волны различной частоты при равных значениях скорости смещения представляют опасность в неодинаковой степени. При оценке сейсмического действия взрывов учитывались особенности частоты колебаний сооружения охраняемых объектов как от сейсмического воздействия самих взрывов, так и частоты собственных колебаний сооружений. Поэтому для учета частотных характеристик колебаний грунта вокруг сооружений и самих сооружений во время взрыва, а также для оценки частоты собственных колебаний охраняемых объектов по всем зарегистрированным сейсмограммам был выполнен частотный спектральный анализ.

Гистограмма распределения частот колебаний грунта при массовых взрывах, соответствующих максимальным амплитудам, приведена на рис. 4. Преобладающие частоты колебаний грунта при взрывах лежат в диапазоне 1,4–2,2 Гц.

При анализе сейсмического действия взрывов учитывались особенности колебаний защищаемых сооружений. Здание, находящееся под действием сейсмических колебаний, можно условно сравнить с фильтром, который усиливает колебания, близкие по частоте к собственным частотам кон-

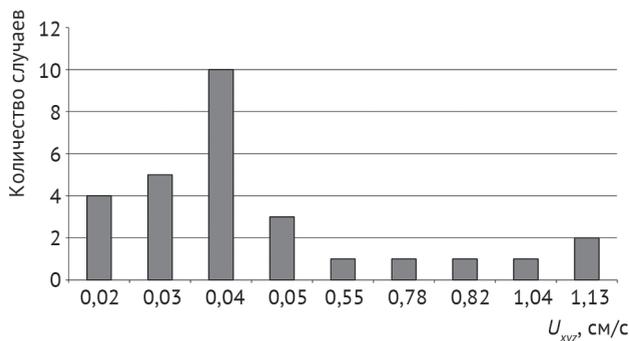


Рис. 3. Гистограмма распределения максимальных векторных амплитуд скоростей смещения грунта

Таблица 3
Шкала сейсмической балльности при взрывах [8]

Интенсивность в баллах	U , см/с
1	$U < 0,5$
2	0,5–1
3	1–2
4	2–4
5	4–8
6	8–16
7	16–32
8	32–64
9	64–125
10–12	125–500 и более

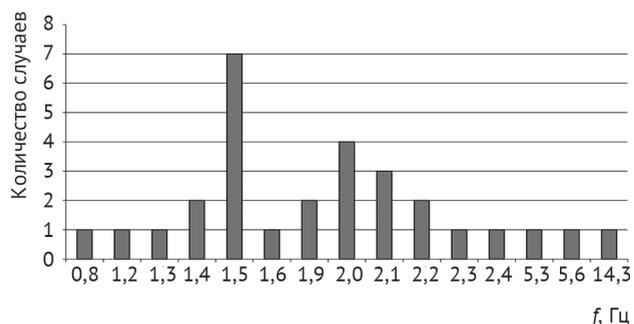


Рис. 4. Гистограмма распределения частоты колебаний грунта максимальных амплитуд скоростей смещения при взрывах

Таблица 4

Собственные частоты колебаний природно-технических сооружений (емкости для хранения газа)

Объект	f_x , Гц	f_y , Гц
Емкость для хранения газа	0,78	0,73

струкции, и подавляет другие. В табл. 4 приведены измеренные по записям сейсмических колебаний собственные частоты колебаний емкости для хранения газа.

Учитывая спектральный состав колебаний, возбуждаемых взрывами, и значения собственных частот колебаний емкости, следует считать благоприятным фактором невозможность возникновения резонансных явлений, так как частоты отличаются в 1,5–2 раза. В [7] при выборе допустимой скорости рекомендуется учитывать раскачку здания (под раскачкой понимается отношение максимального смещения, измеренного на верху здания, к максимальному смещению грунта).

Литература

1. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. — М.: Недра, 1976.
2. Садовский М.А., Костюченко В.Н. О сейсмическом действии подземных взрывов // Доклады АН СССР. 1974. Т. 25, № 25.
3. Гриб Н.Н. Методика оценки и прогноза сейсмической опасности промышленных взрывов на разрезе «Нерюнгринский» / Отв. ред. В.М. Никитин. — Иркутск; Нерюнгри: Изд-во Технического института (фил.) ЯГУ, 2007.
4. Штейнберг В.В. и др. Методы оценки сейсмических воздействий // Вопросы инженерной сейсмологии. 1993. — Вып. 34. — С. 5–94.

References

1. Grib N.N. *Metodika otsenki i prognoza seysmicheskoy opasnosti promyshlennykh vzryvov na razreze "Neryungri"* [Methods of assessment and prediction of seismic hazard industrial explosions on the cut "Neryungri"]. Irkutsk; Neryungri, Tekhnicheskogo instituta (fil.) YaGU Publ., 2007 (in Russian).

4. Заключение

Из анализа табл. 2 следует, что по результатам прямых измерений раскачка не превышает 1,5 раз, поэтому можно опираться на преобладающие значения отношений, полученных экспериментальным путем, как статистически обоснованные, и допустимые скорости для исследуемых объектов оставить без изменения $U_{доп} = 1,25$ см/с. Максимальное значение скорости перемещений грунта при массовых взрывах составило 1,13 см/с, что не превышает допустимую скорость. По шкале балльности для взрывов это соответствует значению примерно 3 балла. Таким образом, оценена степень негативного воздействия сейсмических эффектов от массовых взрывов разреза «Нерюнгринский» на природно-технические системы, расположенные в зоне влияния взрывных работ, и установлено, что допустимая скорость смещения грунта не должна превышать 1,25 см/с.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ. Задание № 5.1771.2014К.

Обозначения

- $U_{доп}$ — допустимая скорость колебаний грунта, см/с;
- U_x, U_y, U_z — амплитуды скорости перемещений грунта по компонентам X, Y, Z соответственно, мкм;
- U** — векторное значение скорости перемещений грунта, см/с;
- U_{xyz} — максимальная результирующая скорость колебаний или скорость смещения грунта, см/с;
- f_x, f_y, f_z — частоты колебаний грунта при массовых взрывах, соответствующих максимальным амплитудам перемещений грунта по компонентам X, Y, Z соответственно, Гц.

5. Рубцов Н.В., Зубайраев П.Х., Карякин В.В. Отчет о научно-исследовательской работе «Опытно-промышленная проверка и эксплуатация станции сейсмоконтроля для корректировки условий взрывания и обеспечения безопасности зданий и сооружений разреза «Нерюнгринский» ПО «Якутуголь» № гос. регистрации 01890069969. Магнитогорск, 1989.
6. Цейтлин Я.И., Смолий Н.И. Сейсмические и ударные воздушные волны промышленных взрывов. — М.: Недра, 1981.
7. Садовский М.А. Геофизика и физика взрыва. Избранные труды. М.: Наука, 1999.
8. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. Т. 1. — М.: Физматлит, 2004.

2. Mosinets V.N. *Drobnyashchee i seysmicheskoe deystvie vzryva v gornykh porodakh* [Blunt and seismic effects of the explosion in the rocks]. Moscow, Nedra Publ., 1976 (in Russian).
3. Rubtsov N.V., Zubayraev P.Kh., Karyakin V.V. *Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote «Opytno-promyshlennaya proverka i ekspluatatsiya stantsii seysmokontrolya*



- dlya korrrektirovki usloviy vzryvaniya i obespecheniya bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy razreza "Neryungrinskiy" PO «Yakutugol'» № gos. registratsii 01890069969* [Report on the research paper "Experimental-industrial testing and operation of the plant to correct the conditions seymokontrolya Explosives and safety of buildings and constructions section" Neryungri "ON" «Jakutugol'» № state. Registration 01890069969]. Magnitogorsk, 1989 (in Russian).
- Sadovskiy M.A. *Geofizika i fizika vzryva. Izbrannye trudy* [Geophysics and physics of explosion. Selected Works]. Moscow, Nauka Publ., 1999 (in Russian).
 - Sadovskiy M.A., Kostyuchenko V.N. O seysmicheskom deystvii podzemnykh vzryvov [On the seismic action of underground explosions]. *Doklady AN SSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the USSR]. 1974, V. 25, I. 25 (in Russian).
 - Orlenko L.P. *Fizika vzryva* [Explosion physics]. V. 1. Moscow, Fizmatlit Publ., 2004 (in Russian).
 - Tseytlin Ya.I., Smoliiy N.I. *Seysmicheskie i udarnye vozduzhnye volny promyshlennykh vzryvov* [Seismic and shock air waves of industrial explosions]. Moscow, Nedra Publ., 1981 (in Russian).
 - Shteynberg V.V. *Metody otsenki seysmicheskikh vozdeystviy* [Methods for assessing seismic effects]. *Voprosy inzhenernoy seysmologii* [Problems of engineering seismology]. 1993, I. 34, pp. 5–94 (in Russian).

Large-Scale Blasts Seismic Load on Natural and Technical Objects

N.N. Grib, Deputy Director for Science, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Technical Institute (Branch) of North-Eastern Federal University, Neryungry, Russia

G.V. Grib, Laboratory Chief, Ph.D. in Geological and Mineralogical Sciences, Technical Institute (Branch) of North-Eastern Federal University, Neryungry, Russia

A.A. Syasko, Chief Researcher, Ph.D. in Engineering Sciences, Technical Institute (Branch) of North-Eastern Federal University, Neryungry, Russia

A.V. Kachaev, Laboratory Chief, Technical Institute (Branch) of North-Eastern Federal University, Neryungry, Russia

Seismic safety of large-scale blasts is one of the most important geocological aspects of open-cut mining. Seismic load of large-scale blasts which defines integrity of industrial and residential objects is of special interest. The work represents evaluation of negative seismic impact of large-scale blasts at «Neryungrinskiy» open-cut on the natural and technical systems located in the blasting zone. The main characteristic of evaluated seismic load of explosion wave damaging natural and technical constructions is the maximal value of vectorial velocity of earth movement during large-scale blasts. Determination of permissible speed fluctuation included its frequency content, as waves of different frequency with equal values of drift velocity are dangerous to various extents. Peculiarities of vibrational frequency of the constructions caused by seismic load of the blasts and self-induced vibrations were taken into account while evaluating seismic load. Considering spectral content of the vibrations caused by the blasts and self-induced vibrations values of gas containers and constructions of compressor station, it's necessary to point out that the frequencies differ for 1,5–2 times and this is the favourable factor because of impossibility of resonant phenomena occurrence. Determination of permissible velocity included swinging of the building. Swinging is understood as ratio of maximal shift of the measured at the top points of the constructions to maximal shift of the foundation ground. According to the results of direct measurement, swinging does not exceed 1,5 times that's why it is possible to found on prevailing values of ratios, calculated by means of experimental way as statistically explained. The permissible velocity should be accepted as $U_{perm} = 1,25$ cm/s. for the objects. By "swing" we understand the correlation of maximum offset measured on top of construction to maximum offset of subfoundation. According to direct measurements offset rate stays below 1,5, therefore we can rely on prevailing experimentally obtained value of correlations and set allowable speed to $U_{al} = 1,25$ sm/s.

Keywords: large-scale blasts, seismic load, maximal vectorial velocity, natural and technical objects.

В Финляндии начали промышленный выпуск бионефти

Первый в мире производитель бионефти на основе древесины — финская компания UPM, владеющая заводом в г. Лаппенранта, начала промышленный выпуск жидкого биотоплива под названием бионефть в начале 2015 года.

Инвестиции в завод составили 175 млн евро. Технология производства инновационного продукта базируется на разработках самой финской компании. Биозавод расположен на площадке целлюлозно-бумажного предприятия Kaukas. Ежегодный выпуск бионефти достигает 120 млн литров или 100 тыс. т возобновляемого биодизеля.

Бренд нового топлива от UPM получил название BioVerno. Бионефть производится из талового масла — остатков целлюлозно-бумажного производства. Большая часть сырья поступает с заводов группы UPM в Финляндии.

Использование нового биодизеля снижает выбросы парниковых газов на 80% по сравнению с традиционным дизелем. Дистрибьютором финского биотоплива выступает НЕОТ североевропейский нефтяной трейдер.

Строительство биотопливного предприятия в Лаппенранте началось в ноябре 2012 г.

Источник: сайт GreenEvolution.ru