

Изобретение относится к взрывному делу и может быть использовано для прогнозирования возможного сейсмического эффекта при взрывах в горных массивах.

Наиболее близким техническим решением [1] является способ определения сейсмоопасных зон в трещиноватых горных массивах, включающий экспериментальное установление коэффициента пропорциональности и показателя степени затухания, расчет радиуса сейсмобезопасного расстояния, определяемого в перпендикулярном и параллельном направлениях, с последующим построением круговой сейсмоопасной зоны, при этом радиус сейсмоопасного расстояния определяют из выражения

$$R = \frac{K_y \left(\frac{K_I}{[V]} \right)^{\frac{1}{\nu_I}} \cdot \left(\frac{K_{II}}{[V]} \right)^{\frac{1}{\nu_{II}}}}{\sqrt{\left(\frac{K_I}{[V]} \right)^{2\nu_{II}} + \left[\left(\frac{K_{II}}{[V]} \right)^{2\nu_{II}} - \left(\frac{K_I}{[V]} \right)^{2\nu_I} \right] \cdot \cos^2 \varphi}} \cdot \sqrt[3]{Q},$$

где K_y - коэффициент, учитывающий условия взрывания (схему соединения зарядов, количество групп взрывания, интервал замедления и др.), равный 0,4-1,4;

K_I, K_{II} - коэффициент, учитывающий сейсмические свойства горного массива в параллельном и перпендикулярном направлениях раскрытых трещин соответственно;

ν_I, ν_{II} - показатель степени затухания в

параллельном и перпендикулярном направлениях раскрытых трещин соответственно;

$[V]$ - допустимая скорость колебаний в зоне охраняемых объектов, см/с;

Q - максимальная масса заряда, которую взрывают с одним замедлением, кг;

φ - угол между радиусом сейсмобезопасности и направлением простирания раскрытых трещин, град.

Известный способ базируется на проведении опытного взрыва, что приводит к существенному увеличению себестоимости работ и сроков их проведения, а полученные в результате эмпирические коэффициенты справедливы только для определенных условий и не в состоянии обеспечить заданную точность прогноза сейсмобезопасности взрывов, учитывая многообразие техники взрывания зарядов, горногеологических и других условий выполнения взрывных работ, случайный характер изменения влияющих факторов. Кроме того, применение способа возможно только в трещиноватых горных массивах.

Задачей изобретения является определение сейсмоопасных зон в горных массивах при взрывах, с применением вероятных методов оценки сейсмического эффекта, базирующегося на задании числа одновременно взрывааемых зарядов на ступень замедления и определении акустической жесткости грунта в зоне охраняемых объектов, учитывающие изменчивость горно-геологических и других условий разработки месторождений и обеспечивающие внесение своевременных корректив в параметры взрывов.

Поставленная задача решается тем, что в способе определения сейсмоопасных зон в горных массивах при взрывах, включающем установление показателя степени затухания интенсивности сейсмических колебаний с увеличением расстояния, расчет радиуса сейсмоопасных зон с последующим построением изосейсм, согласно изобретению перед производством взрывных работ задают число зарядов на ступень замедления, определяют акустическую жесткость грунтов в зоне охраняемых объектов, определяют параметры формы распределения коэффициента интенсивности, а также нормированное значение коэффициента интенсивности сейсмических колебаний для заданной вероятности, при этом радиус сейсмобезопасного расстояния определяют из выражений

$$\begin{cases} R = \exp\left(\frac{Z-Y}{n \cdot U}\right) \cdot V_d^{-\frac{1}{n}} \sqrt[2n]{Q}; \\ Y = (0,12 A - 9,1) (0,43 + 0,27 \cdot \sqrt{m_3}) \\ U = 2,03 \exp\left(\frac{-1,1}{m_3}\right), \end{cases}$$

где Z - нормированное значение коэффициента интенсивности сейсмических колебаний грунта для заданной вероятности;

U, Y - параметры формы распределения коэффициента интенсивности, подчиняющегося SL-распределения Джонсона;

n - показатель затухания интенсивности сейсмических колебаний с расстоянием;

V_d - допустимая скорость колебаний грунта для охраняемого объекта, см/с;

Q - масса заряда ВВ на ступень замедления, кг;

$$\frac{\text{кг}}{\text{с}} \cdot \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

A - акустическая жесткость грунтов в точке наблюдения,

m_3 - число зарядов на ступень замедления.

Благодаря тому, что перед производством взрывных работ задают число одновременно взрывааемых зарядов на ступень замедления и определяют акустическую жесткость грунта в зоне охраняемых объектов, отпадает необходимость в производстве опытного взрыва, что снижает себестоимость работ и уменьшает сроки их проведения.

Благодаря тому, что для данной акустической жесткости грунта в зоне охраняемых объектов и заданного числа одновременно взрывааемых зарядов на ступень замедления определяют параметры формы распределения коэффициента интенсивности и нормированное значение коэффициента интенсивности сейсмических колебаний грунта для заданной вероятности, появляется возможность прогнозирования сейсмического эффекта с заданным уровнем вероятности.

Таким образом, в результате указанных действий становится возможным определение с достаточной для практики точностью радиуса сейсмобезопасного расстояния для каждого охраняемого объекта и, в случае, если сейсмобезопасное расстояние для какого-либо объекта превышает фактическое расстояние - вносятся своевременные коррективы в параметры взрывов.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемый способ отличается признаками, изложенными в отличительной части формулы изобретения.

Таким образом, заявляемый способ соответствует критерию изобретения "новизна".

Сравнение заявляемого решения не только с прототипом, но и с другими техническими решениями в данной области не позволило выявить в них признаки, отличающие заявляемое решение от прототипа, что позволяет сделать вывод о соответствии критерию "существенные отличия".

Способ осуществляется следующим образом. Перед производством взрывных работ в горном массиве оценивают планируемые массы взрывааемых зарядов на ступень замедления, задают число одновременно взрывааемых зарядов на ступень замедления, определяют акустическую жесткость грунта в зоне охраняемых объектов и расстояния до охраняемых объектов.

Акустическую жесткость грунтов можно принять из табличных значений (табл.1).

Для условий Кривбасса показатель степени затухания равен 1,5, теоретический показатель степени затухания интенсивности сейсмических колебаний при взрыве рассредоточенных зарядов в непрерывных анизотропных средах равен 1,0.

Для данной акустической жесткости определяют параметры U и Y формы распределения коэффициента интенсивности, подчиняющегося S_L -распределения Джонсона, из выражений:

$$Y = (0,12A - 9,1)(0,43 + 0,27 \sqrt{m_3});$$

$$U = 2,03 \exp\left(\frac{-1,1}{m_3}\right).$$

Нормированное значение Z коэффициента интенсивности сейсмических колебаний для заданной вероятности определяется из табличных значений (табл.2).

Уровень вероятности

$$0,5 \leq P \leq 0,99$$

при использовании табл.2 является наперед заданной величиной, практически наиболее целесообразно задавать вероятность 0,95.

При заданной допустимой скорости колебаний грунта в окрестностях охраняемого объекта $V_{\text{см/с}}$ сейсмоопасная зона при взрыве рассредоточенного заряда массы Q кг на ступень замедления определяется из выражения

$$R = \exp\left(\frac{Z - Y}{nU}\right) V_0^{\frac{1}{n}} \cdot \sqrt[n]{Q}.$$

Пример. Промышленная проверка способа проведена на Южном горнообогатительном комбинате, г. Кривой Рог. Согласно проекту массового взрыва максимальная масса ВВ на ступень замедления составляла 3600 кг. Число зарядов на ступень замедления достигает 6. На расстоянии R = 1100 м от ближайшего подготовленного к взрыву блока на ступень замедления на песчано-глинистых грунтах расположен жилой поселок. Сейсмометрические наблюдения в поселке не проводились. Допустимая скорость колебаний грунта для зданий не должна превышать 1,5 м/с.

Для данных условий (табл.1) было найдено значение A = 1,5.

По формулам определились Y и U:

$$Y = (0,12A - 9,1)(0,43 + 0,27 \sqrt{m_3}) =$$

$$= (0,12 \cdot 1,5 - 9,1)(0,43 + 0,27 \sqrt{6}) = -9,735;$$

$$U = 2,03 \exp\left(\frac{-1,1}{m_3}\right) = 2,03 \cdot 2,72^{\frac{-1,1}{6}} =$$

$$= 1,69.$$

При нормированном значении коэффициента интенсивности сейсмических колебаний грунта для вероятности 0,95 (табл.2):

$$Z = 1,64$$

Показатель затухания сейсмических колебаний с расстоянием для условий Кривбасса, как было указано ранее, равен 1,5.

$$R = \exp\left(\frac{Z - Y}{nU}\right) V_0^{\frac{1}{n}} \cdot \sqrt[n]{Q} =$$

$$= \exp\left(\frac{1,64 - (-9,735)}{1,5 \cdot 1,69}\right) \cdot 1,5^{\frac{1}{1,5}} \cdot \sqrt[1,5]{3600} =$$

$$= 88,85 \cdot 0,76 \cdot 15,327 = 1035 \text{ м.}$$

Предлагаемый способ определения сейсмоопасных зон по сравнению с вышеизложенными способами имеет следующие преимущества:

отсутствие необходимости проведения опытного взрыва, что снижает себестоимость работ и уменьшает сроки их проведения;

минимальное количество сейсмоприемников, что упрощает ведение работ;

прогнозирование возможного сейсмического эффекта с заданным уровнем вероятности;

внесение своевременных корректив в параметры взрывов.

Таблица 1

Сейсмические характеристики грунтов

Грунты	Акустическая жесткость
Скальные (кварциты, граниты)	16
Скальные (известняки, сланцы)	9
Полускальные (гипсы, мергели, табачная руда)	5
Песчано-глинистые	1,5
Насыпные, почвенные	0,6

Таблица 2

Накопленная вероятность	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,99
Коэффициент интенсивности	0	0,25	0,52	0,84	1,28	1,64	2,33