МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ И СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ

Ленинград
1977

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
ВНИМИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по обеспечению устойчивости откосов и сейсмической безопасности зданий и сооружений при ведении взрывных работ на карьерах

Ленинград
1977

УДК 622.235.535.2:(622.271.332:624.131.537+69.059.22)

Методические указания по обеспечению устойчивости откосов и сейсмической безопасности зданий и сооружений при ведении взрывных работ на карьерах. Л., 1977, с. 17 (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела)

В Методических указаниях приведены способы снижения неблагоприятного воздействия массовых взрывов на борта карьеров, здания и сооружения, а также даны практические рекомендации по применению этих способов.

Методические указания рассмотрены Госгортехнадзором СССР, министерствами черной металлургии, цветной металлургии и рекомендованы к изданию Техническим управлением Министерства угольной промышленности СССР.

Методические указания предназначены для планирования взрывных работ работниками производства и проектных организаций.

Ил. 10, табл. 4.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ), 1977.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с увеличением глубины действующих и проектируемых карьеров вопросы устойчивости бортов превращаются в проблему большой экономической значимости. Одним из важнейших факторов, обусловливающих углы наклона бортов в скальных и полускальных породах, является степень нарушенности массива пород взрывными работами.

Взрыв зарядов при массовой отбойке производит не только полезную работу по дроблению горных пород, но также оказывает существенное вредное воздействие на окружающий массив. В пределах ближайшей зоны происходит нарушение структуры массива: плотно сомкнутые естественные трещины раскрываются, различного рода поверхности ослабления, имевшие первоначально некоторую связность, утрачивают ее; происходит смещение структурных блоков относительно друг друга. В результате этих явлений прочность скального массива и устойчивость откосов в нем существенно снижаются. Кроме того, нарушенный массив подвергается более интенсивному выветриванию, что приводит к дальнейшему снижению устойчивости откосов.

Обрушение уступа или осыпание его верхней бровки уменьшает ширину предохранительных берм, создает небезопасные условия труда, а в случае обрушения транспортной бермы может привести к длительной остановке всего предприятия.

В более удаленных от взрыва зонах нарушение структуры массива и остаточные деформации в нем не возникают, колебания имеют упругий характер, однако, они способны вызвать повреждение зданий, сооружений, нарушить устойчивость откосов.

Современная техника буровзрывных работ позволяет обеспечить необходимую устойчивость уступов при постановке их в предельное положение, а также снизить сейсмический эффект до безопасного уровня.

1. Обеспечение устойчивости уступов и бортов карьеров

1.1. Взрыв скважинных зарядов вызывает деформации уступа главным образом в поверхностной зоне (рис. 1). Ширина этой зоны в нижней части уступа может составлять 10—12 диаметров заряда, а по поверхности 40—50 м. В пределах деформированной зоны происходит раскрытие естественных трещин, а на расстоянии до 20 м от бровки уступа образуются трещины заколов. В глубину нарушения развиваются на 5—7 диаметров заряда ниже его дна.

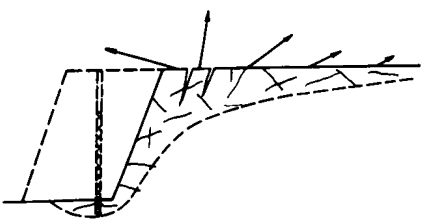

Рис. 1. Нарушение структуры пород при взрыве и направление смещений точек поверхности уступа

Подвижки точек поверхности уступа обычно направлены назад — вверх, а в зоне около верхней бровки уступа, отделенной от массива трещинами заколов, смещения направлены в сторону выработанного пространства. Амплитуда подвижек на верхней бровке уступа достигает 500—800 мм.

1.2. Ориентировка основной системы трещин оказывает существенное влияние на характер развития деформаций в уступе. Так, при наличии системы вертикальных или крутопадающих трещин происходит их раскрытие, а смещения точек поверхности массива могут быть направлены в сторону выработанного пространства. При этом трещины заколов могут наблюдаться на расстоянии до 20 м от бровки уступа.

Наличие горизонтальной системы трещин приводит к преимущественно вертикальным подвижкам массива пород в уступе.

Если в уступе имеются трещины, падающие в сторону выработанного пространства, то деформации развиваются преимущественно в виде сдвигов по этим трещинам. Сдвиг по поверхности АС (рис. 2) при-

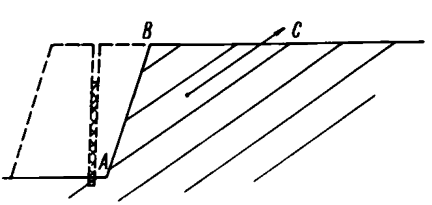

Рис. 2. Деформирование уступа при наличии наклонных подрезаемых трещин

водит к частичной или полной утрате сцепления в этой плоскости, так как имевшиеся в естественном состоянии связи разрушаются, шероховатости на поверхностях трещин выходят из взаимного зацепления.

Если угол падения трещин в этом случае превышает 32—36°, то сразу же после взрыва возможно обрушение призмы АВС.

Наличие в уступе трещин, имеющих падение в сторону выработанного пространства и подрезаемых откосом уступа, является наиболее неблагоприятным вариантом трещиноватости для устойчивости уступа.

1.3. Повышение устойчивости уступов может быть достигнуто путем применения: а) диагональных схем короткозамедленного взрывания (КЗВ); б) наклонных зарядов для отбойки пород; в) контурного взрывания.

1.4. Применение диагональных схем короткозамедленного взрывания (рис. 3) сокращает ширину зоны остаточных деформаций в верхней части уступа в 1,5—2 раза по сравнению с порядным взрыванием.

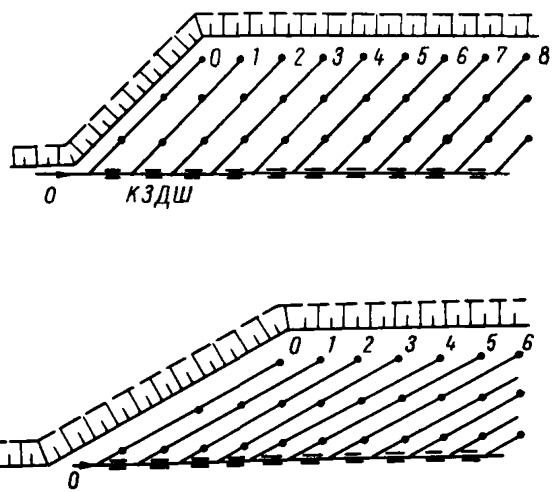

Рис. 3. Диагональные схемы короткозамедленного взрывания:

0—8 — номера ступеней замедления

При подходе горных работ к предельному контуру уступа на расстояние ближе 30—40 м независимо от выбранного способа заоткоски должно применяться не более чем двухрядное расположение зарядов с диагональной схемой КЗВ.

1.5. Применение для отбойки пород наклонных зарядов с углом наклона 60—75° к горизонту позволяет резко сократить ширину нарушенной зоны (рис. 4); поверхность откоса при этом остается нарушенной на глубину 10—12 диаметров заряда.

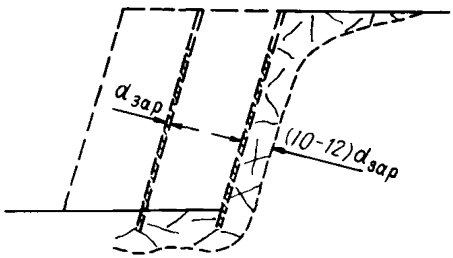

Рис. 4. Заоткоска уступа наклонными скважинными зарядами

В крупноблочных слабовыветривающихся породах выше средней крепости ($f > 10$) и при отсутствии трещин, имеющих падение в сторону выработанного пространства, отбойка приконтурной ленты наклонными зарядами является достаточной мерой для обеспечения длительной устойчивости уступов.

Одновременно применение наклонных зарядов позволяет в 1,5—2 раза уменьшить величину перебура, что сокращает разрушение нижележащего слоя.

Расчет параметров сетки наклонных скважин следует производить по удельному расходу ВВ в данных породах. Длина забойки в верхней части скважин составляет не менее 15—20 диаметров скважины.

1.6. Применение диагональных схем короткозамедленного взрывания и наклонных скважин не требует специальных дополнительных затрат. Эти методы также весьма эффективны в повышении качества отбойки и дробления пород и могут быть рекомендованы как постоянные методы ведения буровзрывных работ.

1.7. Наиболее эффективным способом повышения устойчивости уступов является контурное взрывание.

Основа техники контурного взрывания заключается в следующем. По проектному контуру выработки пробуривают ряд сближенных скважин. Скважины заряжают ослабленными зарядами ВВ; при этом между зарядом и стенкой скважины существует значительный воздушный зазор, который может быть заполнен сыпучей забойкой. Наличие воздушного зазора или достаточно пористой забойки приводит к тому, что действие взрыва заряда даже бризантного ВВ приближается к действию метательного ВВ. При таких условиях взрыва вокруг заряда не возникает зоны раздавливания и многочисленных радиальных трещин, а развивается преимущественно одна трещина в плоскости, проходящей через оси скважин. Вдоль ряда контурных зарядов образуется ровная устойчивая стенка с видимыми следами скважин.

1.8. Заряды для контурного взрывания могут приготавливаться в виде гирлянд из патронов ВВ диаметром от 30 до 90 мм, привязанных к прочной веревке. Вдоль гирлянды прокладывают две нитки ДШ. Возможно приготовление зарядов в виде длинных тканевых мешков диаметром 60—80 мм, заполненных ВВ.

Верхняя часть скважин на высоту, примерно равную расстоянию между скважинами в ряду, заполняют забойкой. Пространство между зарядом и стенкой скважины можно оставлять незаполненным; удобнее, однако, заполнять его сыпучей забойкой после опускания заряда,

так как в первом случае заряд будет находиться на весу и может случайно опуститься.

Перебур контурных скважин следует принимать порядка 0,5 м.

В табл. 1 приведены ориентировочные параметры контурных зарядов в породах различной крепости по шкале профессора М. М. Протодьяконова и при различном расстоянии между скважинами контурного ряда.

Оптимальный диаметр скважин контурного ряда находится в пределах 100—150 мм. Возможно использование скважин и большего диаметра.

Таблица 1

Коэффициент крепости породы (f)	Удельный расход ВВ* при отбойке, кг/м³	Масса заряда на 1 п. м скважины (кг) в зависимости от расстояния между контурными скважинами		
		1 м	1,5 м	2 м
16–20	0,8–1	1,5	2,2	3,0
10–12	0,5–0,6	1,0	1,5	2,0
6–8	0,3–0,4	0,8	1,2	1,5

* Удельный расход ВВ при технологическом взрывании является косвенной характеристикой прочности пород.

1.9. Расстояние между контурными зарядами в ряду определяет чистоту образуемой поверхности отрыва. Средняя высота неровностей составляет ~ 10% от расстояния между скважинами.

Вполне удовлетворительные для открытых горных работ результаты достигаются при расстоянии между контурными зарядами 1,5—2 м. Увеличение расстояния свыше 2 м при соответствующем увеличении контурных зарядов приводит к появлению заметных деформаций массива от взрыва самих контурных зарядов.

1.10. Возможны два способа взрывания зарядов контурного ряда: а) до взрывания основных зарядов дробления в приконтурной ленте (метод предварительного щелеобразования); б) после отбойки приконтурной ленты («гладкое взрывание»).

1.11. Метод предварительного щелеобразования является наиболее эффективным способом заоткоски уступа. Контурные заряды при этом способе взрывают в ненарушенном массиве, пока горные работы находятся от своего предельного положения на расстоянии не менее 15—20 м.

После взрыва контурных зарядов в массиве образуется узкая щель, которая значительно ослабляет взрывную волну от основных зарядов дробления, устраняет образование заколов и практически полностью исключает деформации массива пород за щелью.

1.12. Расстояние между рядом скважин отрезной щели и зарядами дробления должно быть не менее 8—10 диаметров заряда дробления.

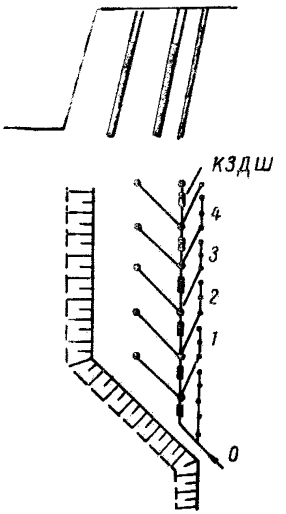

Рис. 5. Одновременное взрывание зарядов дробления и отрезной щели

1.13. Взрывание зарядов отрезной щели можно производить предварительно, до бурения скважин для основных зарядов дробления.

Возможно также одновременное взрывание зарядов отрезной щели с основными зарядами по схеме, изображенной на рис. 5. «Опережение» взрыва зарядов отрезной щели по отношению к моменту взрыва противолежащих им основных зарядов дробления должно находиться при этом в пределах 50—70 мс. При меньших интервалах возможно проникновение трещин за отрезную щель, а при больших — повреждение основных зарядов взрывом зарядов отрезной щели.

При любой последовательности взрывания основных и контурных зарядов отработка приконтурной ленты шириной 30—40 м должна производиться с использованием не более чем двухрядных взрывов и по диагональной схеме КЗВ.

1.14. При проходке разрезной траншеи по предельному контуру заряды отрезной щели можно взрывать предварительно или с опережением на 35—70 мс по отношению к зарядам дробления (рис. 6).

1.15. Если на предельном контуре производится сдваивание или страивание рабочих уступов, то отрезную щель можно формировать сразу на полную высоту уступа предельного контура (рис. 7).

Отработку нижнего слоя вблизи проектного контура в целях сохранения структуры пород в кровле нижележащего уступа целесообразно вести наклонными зарядами, либо уменьшать перебур до 0,5—1 м. Взрыв контурного ряда и приконтурный взрыв верхнего слоя могут быть произведены раздельно или совместно в соответствии с п. 1.13.

В слаботрещиноватых породах при постановке в предельное положение высоких (сдвоенных или строенных) уступов отрезную щель можно создать лишь в верхней половине уступа.

1.16. Контурные заряды при гладком взрывании отделяют с поверхности откоса уступа наиболее разрушенный слой и формируют более устойчивую поверхность (рис. 8). Удовлетворительные результаты достигаются при расстоянии между скважинами контурного ряда 2—3 м. Добиваться высокой чистоты поверхности при дан-

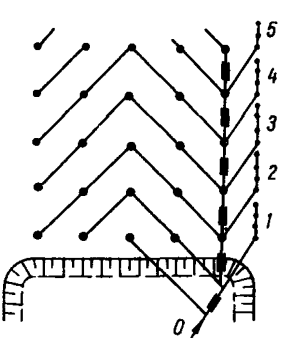

Рис. 6. Схема взрывания при проходке траншеи

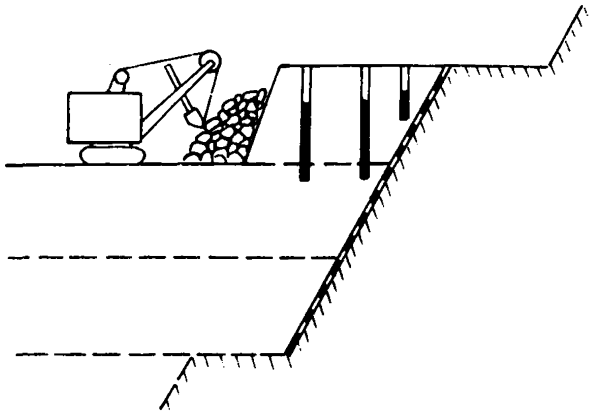

Рис. 7. Заоткоска высокого уступа

ном способе заоткоски путем сближения скважин контурного ряда в условиях открытых горных работ не имеет смысла, поскольку трещины и деформации, существующие за контурным рядом от взрыва основных зарядов дробления, не могут быть уменьшены путем изменения параметров контурных зарядов.

Бурение контурных скважин и взрывание контурных зарядов в данном случае можно производить после взрывания основных зарядов. Взрывание контурных зарядов можно производить также с замедлением в 50—70 мс по отношению к основному взрыву.

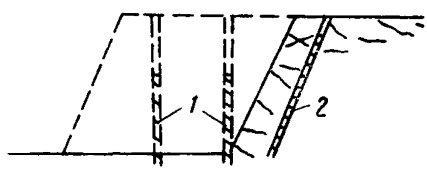

Рис. 8. Заоткоска методом гладкого взрывания:

1 — заряды дробления; *2* — контурный заряд

Данный способ контурного взрывания менее эффективен в отношении повышения устойчивости уступов по сравнению с методом предварительного щелеобразования. Он может быть рекомендован лишь в тех случаях, когда применение метода предварительного щелеобразования невозможно по каким-либо причинам.

1.17. Заоткоска уступов с помощью контурного взрывания позволяет на 5—15° и более увеличить их угол откоса по сравнению с углами откосов, получающихся при обычной технологии буровзрывных работ, а также обеспечивает длительную устойчивость уступов.

Рекомендуемые углы заоткоски при постановке уступов в предельное положение с применением контурного взрывания приведены в табл. 2.

1.18. Контурное взрывание повышает устойчивость откосов и при наличии в них подрезаемых трещин, имеющих падение в сторону откоса. С его помощью можно обеспечить устойчивость уступов при

Таблица 2

Породы	Угол откоса уступа (градус) со сроком службы	
	до 5 лет	>5 лет
Крепкие крупноблочные	65–75	60–70
Мелкоблочные и средней выветриваемости	55–65	50–60
Сильно выветривающиеся (сланцы, алевролиты, альбитофиры, дробленый материал тектонических разломов)	50–60	45–50

углах падения закрытых трещин с шероховатыми контактами до 45°, а открытых трещин с песчано-глинистым заполнителем до 25°.

При более крутом падении заоткоску следует производить по контактам. Простейший способ заоткоски по контакту приведен на (рис. 9).

1.19. Целесообразность применения контурного взрывания для повышения устойчивости и увеличения угла откоса уступов определяется экономическим расчетом.

В случае обрушения (самопроизвольное выполаживание) незаоткошенного уступа для восстановления первоначальной ширины бермы необходимо произвести разноску вышележащего уступа. По мере углубления карьера обрушение одного из нижних уступов требует для восстановления необходимой ширины бермы разноса всех вышерасположенных уступов, т. е. разноса всего борта и извлечения большого объема породы. (Положение значительно осложняется, если в зону разноса попадают какие-либо сооружения или транспортные коммуникации). Специальные меры по повышению устойчивости уступа целесообразны в том случае, если их стоимость меньше стоимости извлечения лишних объемов пород при выполаживании борта.

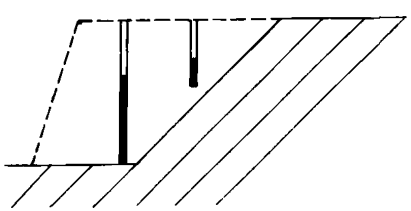

Рис. 9. Заоткоска уступа по наклонной трещине вертикальными зарядами

Как правило, применение контурного взрывания экономически оправдано с глубины 10—20 м, т. е. со второго (сверху) уступа.

1.20. В проектах горных работ должны приводиться паспорта заоткоски уступов, определяющие способы ведения взрывных работ при подходе к предельному контуру, методы заоткоски, углы откоса, а также мероприятия (в случае необходимости) по искусственному укреплению уступов.

2. Обеспечение сейсмической безопасности

2.1. Интенсивность сейсмического воздействия взрывов характеризуется скоростью колебаний частиц грунта при прохождении сейсмовзрывных волн.

За пределами ближней зоны (дробления и трещинообразования) зависимость скорости (см/с) колебаний грунта от величины заглубленного заряда и расстояния до места взрыва выражается формулой:

$$v=K\sqrt[3]{Q/r^3}, \qquad (1)$$

где Q — масса одновременно (мгновенно) взрываемых зарядов, кг; r — расстояние до места взрыва, м; K — коэффициент, зависящий от грунтовых условий в основании сооружений.

2.2. При оценке сейсмического действия однократного или аварийного взрыва следует ориентироваться на средние значения коэффициента K, при многократно повторяющихся взрывах в расчет необходимо закладывать максимальные значения (табл. 3).

Таблица 3

Грунтовые условия	Значение K	
	среднее	максимальное
Скальные и полускальные породы, плотные необводненные грунты мощностью до 5–10 м	200	300
Необводненные и слабо обводненные песчано-глинистые грунты мощностью более 10 м	300	450
Рыхлые обводненные и насыпные грунты	450	600

2.3. Выбор допустимой скорости колебаний определяется устойчивостью конструкции (прочностью элементов и узлов) и назначением охраняемого сооружения. Допустимую скорость устанавливают по такому принципу: плановые промышленные взрывы не должны вызывать повреждений, влекущих за собой необходимость ремонта по техническим или эстетическим соображениям; при аварийном воздействии (взрыв склада ВВ и т. п.) возможные повреждения не должны представлять опасности для жизни и здоровья людей.

2.4. В табл. 4 приведены допустимые значения скоростей колебаний для отдельных типов объектов.

2.5. Если горнотехнические условия предприятия позволяют снижать уровень сейсмовзрывных колебаний без удорожания производства, то следует ориентироваться на минимальные значения допустимой скорости колебаний, поскольку при этом уменьшается психологическое воздействие на население.

Таблица 4

Сооружения	Допустимые скорости колебаний (см/с) при взрывах	
	плановых	аварийных
Лечебные стационары	0,8	3
Крупнопанельные жилые здания; детские учреждения, поликлиники	1,5	3
Жилые и общественные здания всех типов, кроме крупнопанельных; административно-бытовые и промышленные здания, имеющие деформации; котельные; высокие кирпичные трубы	3	6
Административно-бытовые и промышленные здания; высокие железобетонные трубы; железнодорожные и гидротехнические тоннели; транспортные эстакады, водонасыщенные песчаные откосы	6	12
Одноэтажные каркасные промышленные здания; металлические и монолитные железобетонные сооружения; откосы малосвязных пород, входящие в состав ответственных сооружений	12	24

Следует избегать производства взрывов в ночные или ранние утренние часы, так как чувствительность человека, находящегося в состоянии покоя, повышена.

2.6. Определение сейсмобезопасных параметров взрывных работ (допустимой массы зарядов при заданном расстоянии до объекта, либо безопасного расстояния при заданной массе зарядов) может быть произведено с помощью формулы (1) или по номограмме (рис. 10), построенной по формуле (1)

Примечание. Для полууглубленных складов ВВ безопасные [illegible] определенные по номограмме или с помощью формулы (1), могут быть уменьшены в 2 раза. При взрыве на поверхности земли сейсмическое действие не учитывается.

2.7. При мгновенном взрывании группы зарядов, когда расстояния от отдельных зарядов до охраняемого объекта отличаются более чем на 20%, сейсмобезопасные параметры выбирают в следующем порядке:

а) По номограмме (рис. 10) определяют допустимую величину заряда Q, расположенного на расстоянии $r_б$ (м) от охраняемого объекта.

б) Определяют массу приведенного заряда $\bar{Q}$ (кг), сейсмическое действие которого эквивалентно действию группы зарядов:

$$\bar{Q}=\sum_{i=1}^{n} Q_i \left(\frac{r_б}{r_i}\right)^3, \qquad (2)$$

где n — общее количество зарядов; Q_i — масса i-го заряда; $r_б$ —

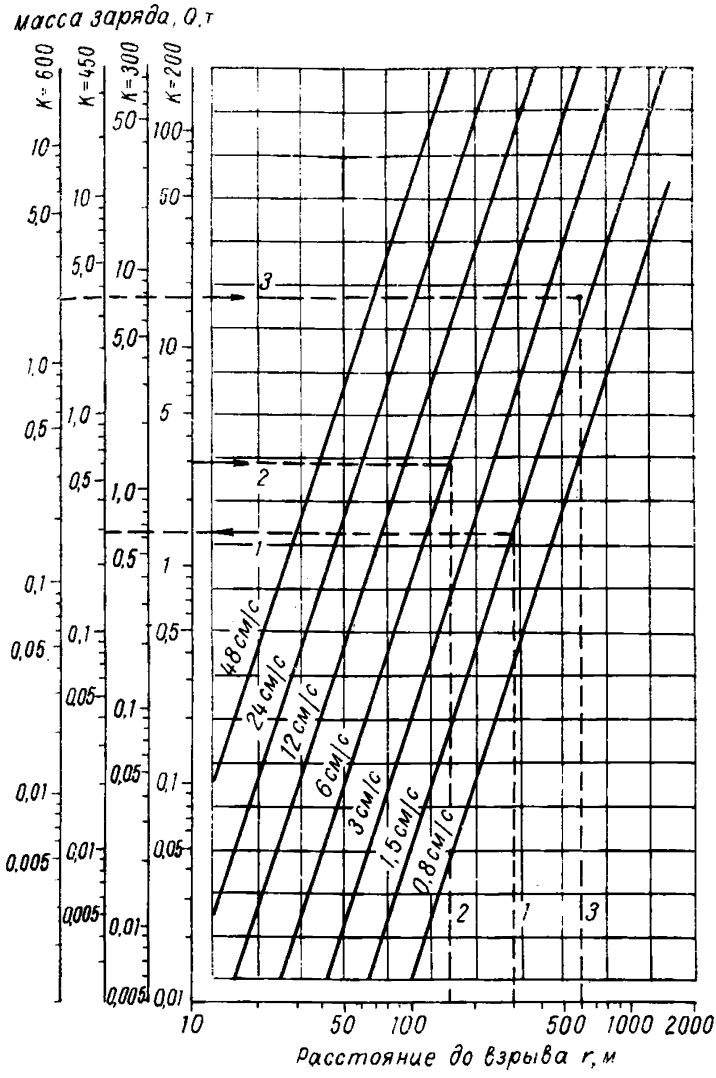

Рис. 10. Номограмма для определения сейсмобезопасных параметров взрывных работ:

1 — определение Q по заданным r, *V* и *K*; *2* — определение r по заданным Q, *V* и *K*; *3* — определение *V* по заданным Q, r и *K*

расстояние от охраняемого объекта до ближайшего заряда, м; r_i — расстояние от охраняемого объекта до i-го заряда, м.

в) Масса приведенного заряда $\bar{Q}$ не должна превышать допустимой величины Q.

Если $\bar{Q} > Q$, следует уменьшить количество или массу зарядов в группе и повторить расчет с пункта *а*.

2.8. Сейсмический эффект короткозамедленного взрыва при достаточной величине интервалов замедления эквивалентен действию мгновенного взрыва зарядов одной ступени КЗВ.

Общая масса зарядов во всех ступенях замедления при этом не определяет интенсивности сейсмических колебаний и на нее ограничения не накладываются.

2.9. Интервал замедления (мс), достаточный для получения минимального сейсмического эффекта, может быть определен по формуле:

$$T=2W\sqrt{\gamma/q}, \qquad (3)$$

где W — расчетная величина ЛНС, м; γ — плотность взрываемых пород, т/м^3; q — удельный расход ВВ, кг/м^3.

Практически следует принимать ближайший больший интервал КЗВ, создаваемый серийно выпускаемыми средствами взрывания: электродетонаторами короткозамедленного действия или пиротехническими замедлителями КЗДШ.

Примечание. 1. Замедлители КЗДШ позволяют производить взрывы с практически неограниченным числом ступеней замедления.

2. Если фактический интервал замедления $T_ф$ принимается меньшим, чем величина T, определяемая формулой (3), то вес заряда одной ступени замедления $Q_ф$ должен быть снижен до величины

$$Q_ф=Q(T_ф/T),$$

где Q — допустимый вес заряда одной ступени, установленный по номограмме (рис. 10).

2.10. Вопросы обеспечения сейсмической безопасности ветхих и уникальных сооружений (исторических и архитектурных памятников, высоких башен, производственных помещений с прецизионными технологическими процессами и т. п.) решаются специалистами.

Приложение

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СЕЙСМОБЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Пример 1. Условия: Взрывные работы в карьере ведутся на расстоянии 300 м от поселка, застроенного кирпичными и крупнопанельными зданиями. Грунт под поселком представлен 20-метровой толщей плотных суглинков, слабо обводненных. Взрываемая порода — известняк с плотностью 2,5; удельный расход ВВ при отбойке 0,4 кг/м^3. Требуется выбрать сейсмобезопасные параметры БВР.

Расчет. Наиболее слабыми конструкциями являются крупнопанельные здания. Допустимая скорость колебания для них составляет 1,5 см/с (табл. 4).

Коэффициент грунтовых условий выбирается по табл. 3 для многократно повторяющихся взрывов: K=450.

Из точки, соответствующей расстоянию 300 м на горизонтальной оси номограммы (рис. 10), проводится вертикальная линия 1 до пересечения с наклонной линией графика, соответствующей допустимой скорости колебаний 1,5 см/с.

Из точки пересечения проводится горизонтальная линия, и по вертикальной шкале массы зарядов, соответствующей K=450, отсчитывается допустимая масса мгновенно взрываемых зарядов или зарядов одной ступени замедления при короткозамедленном взрывании: Q=290 кг.

Возможным способом ведения взрывных работ в данном случае является трехрядное расположение скважинных зарядов диаметром 100 мм по сетке 4×4 м с массой заряда в скважине 95 кг.

Интервал КЗВ (мс) по формуле (2) равен:

$$T=2{\cdot}4\sqrt{\frac{2,5}{0,4}}=20.$$

В качестве средства замедления принимается реле КЗДШ с величиной замедления 20 мс. Общее количество и масса зарядов в блоке не ограничивается. Схему взрывания см. на рис. 3.

Пример 2. Условия: Планируется однократный взрыв 3 т ВВ на территории промплощадки. Грунт скальный. Требуется определить радиус зоны, за пределами которой интенсивность колебаний будет ниже 6 см/с.

Расчет. По табл. 3 коэффициент K=200. По номограмме (см. рис. 10), двигаясь по стрелке 2, определяем радиус зоны ~ 160 м.

Пример 3. Условия: Масса зарядов одной ступени на карьере равна 2 т. Охраняемый объект расположен на расстоянии 600 м на насыпном грунте. Определить ожидаемую скорость колебаний грунта в основании объекта.

Расчет. По табл. 3 коэффициент K=600. Двигаясь по стрелкам 3, по номограмме (см. рис. 10) определяем ожидаемую скорость ~ 1,9 см/с.

Пример 4. Условия: Планируется однократное мгновенное взрывание 10 скважинных зарядов массой по 100 кг, расположенных на расстоянии 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 135, 140 и 145 м от механического цеха. Здание цеха находится на слабо обводненном песчано-глинистом грунте.

Требуется оценить допустимость взрыва по сейсмическим условиям.

Р а с ч е т . Допустимая скорость колебаний для цеха 6 см/с (по табл. 4). Коэффициент грунтовых условий K=300 (по табл. 3). $r_б$=100 м. Допустимая величина заряда (по номограмме) Q=400 кг.

Величина приведенного заряда планируемого взрыва:

$$\bar{Q}=100\left(\frac{100}{100}\right)^3+100\left(\frac{100}{105}\right)^3+\ldots+100\left(\frac{100}{145}\right)^3=590 \text{ кг.}$$

$\bar{Q}>Q$.

Планируемый взрыв не обеспечивает сейсмической безопасности цеха.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

1. Обеспечение устойчивости уступов и бортов карьеров 4

2. Обеспечение сейсмической безопасности 11

Приложение. Примеры расчета сейсмобезопасных параметров взрывных работ 15

СОСТАВИТЕЛИ:

д-р техн. наук А. Б. Фадеев (ВНИМИ),

кандидаты техн. наук М. И. Картузов (ИГД МЧМ СССР),

Г. В. Кузнецов (УНИПРОМЕДЬ МЦМ СССР)

Редактор *В. Д. Вакуленко*

Техн. редактор *А. Г. Образцова*

Подписано к печати 14/XI-77 г. Объем 1,15 п. л. М-44111

Формат бумаги 60×90/16. Тираж 500.

Печатный цех ВНИМИ. Заказ № 57 Бесплатно.

УДК 622.235.535.2:(622.271.332:624.131.537+69.059.22)

Методические указания по обеспечению устойчивости откосов и сейсмической безопасности зданий и сооружений при ведении взрывных работ на карьерах. Л., 1977, с. 17 (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСЫ СЕЙСМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЯ СООРУЖЕНИЯ ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ КАРЬЕРЫ

Приведены способы снижения неблагоприятного воздействия массовых взрывов на борта карьеров, здания и сооружения, а также даны практические рекомендации по применению этих способов.

Предназначены для планирования взрывных работ проектными организациями и горными предприятиями.

Ил. 10, табл. 4.

gost.e-ecolog.ru