

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАЗРУШЕНИЯ НЕГАБАРИТНЫХ БЛОКОВ ИМПУЛЬСНЫМИ НАГРУЗКАМИ

Н. В. Кривцов, докт. техн. наук, С. В. Ковалевич, асп. (ННИИПБОТ)

Викладено фізичні передумови інтенсифікації дроблення негабаритних блоків імпульсними навантаженнями. Доведено, що найбільш ефективно вибухове руйнування негабаритних блоків слід очікувати при сукупному вибуховому впливі накладного і шпурового зарядів.

Как известно, главное свойство твердого тела заключается в сопротивлении его формоизменению – при воздействии внешних сил в нем возникают внутренние напряжения, которые препятствуют изменению его формы. На молекулярном уровне это объясняется наличием в твердом теле кристаллической решетки, в которой каждый атом, молекула или ион занимают конкретное положение по отношению друг к другу, а между собой они связаны силовыми полями. Разрушение твердого тела на молекулярном уровне – это перемещение атома за пределы решетки, что связано со значительными затратами энергии и обусловлено чрезвычайно стабильным состоянием атомов кристаллической решетки в твердом теле. Под разрушением на макроуровне обычно понимается распад твердого тела на не связанные между собой отдельные [1, 2].

Разработка технологий взрывного разрушения всегда базируется на исследовании физических процессов, происходящих в разрушаемой среде в результате действия взрыва заряда ВВ. Детальное изучение этих процессов на стадии разработки новой технологии позволяет выявить минимальные и максимальные затраты энергии ВВ на разрушение среды, характер движения и расчленения материала и другие побочные эффекты [3].

Цель работы – обосновать механизм разрушения твердых отдельных импульсными нагрузками, возникающими при взрыве зарядов ВВ различной конструкции.

Для достижения этой цели определены следующие задачи:

рассмотреть воздействие импульсных нагрузок на разрушаемую среду от взрыва накладного и шпурового зарядов;

определить характер импульсных нагрузок при взрыве зарядов различных типов ВВ.

Как правило, негабариты разрушают взрывом заряда ВВ, размещая его на поверхности разрушаемого материала (накладной заряд), рис. 1, а или внутри подлежащего разрушению материала (шпуровой заряд), рис. 1, б.

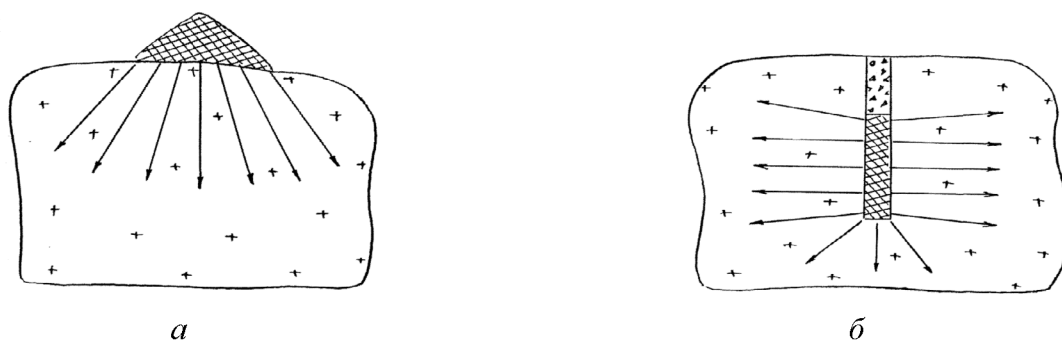


Рис. 1. Схемы взрывного воздействия на негабаритную фракцию накладного (а) и шпурового (б) зарядов

Очевидно, что разрушение негабаритной фракции взрывом накладного заряда (рис. 1, а) будет определяться трещинами, идущими от поверхности контакта заряда ВВ с негабаритом. Интенсивность дробления негабарита при таком взрывном воздействии будет во многом зависеть от его исходных физико-механических свойств и параметров импульсного воздействия.

При взрывном воздействии шпурового заряда на негабаритную фракцию (см. рис. 1, б) ее разрушение будет определяться трещинами, возникшими внутри негабарита, и согласно теории Гриффитса ее разрушение будет происходить при соблюдении автокаталитичности процесса разрушения твердого тела. Интенсивность дробления негабаритной фракции в этом случае в основном определяется только параметрами импульсного воздействия.

Как известно, разрушение твердых тел от импульсной нагрузки происходит в две стадии – докритическую и критическую. Докритическая стадия характеризуется зарождением и медленным образованием микротрещин, критическая – подрастанием субкритических трещин, взаимодействием микродефектов и расчленением негабаритной фракции.

Из изложенного следует, что регулирование процесса разрушения твердого тела возможно за счет изменения параметров докритической и критической стадий. Уменьшение длительности докритической стадии будет способствовать разрушению негабаритной фракции, что может быть осуществлено соответствующим импульсным воздействием.

На рис. 2 представлены существующие схемы импульсного нагружения материала, анализ которых показывает, что при быстром нагружении существует определенный инкубационный период (τ_1), необходимый для взаимодействия микродефектов. Если время действия прилагаемой нагрузки ($\tau_{\text{пр.нагр}}$) меньше этого периода, то разрушение материала произойдет лишь при напряжениях ($\sigma_{\text{т.м}}$), равных его теоретической прочности ($10^2 \dots 10^3$ ГПа) или превышающих ее. В том случае, если $\tau_{\text{пр.нагр}}$ больше τ_1 и равно или меньше τ_2 , разрушение материала произойдет при напряжениях, превышающих

критические динамические ($\sigma_{кр.д}$), величина которых меньше теоретической прочности материала и существенно зависит от скорости протекания процесса нагружения (σ). Чем больше σ , тем при более высоких критических динамических напряжениях происходит разрушение материала. При значительном увеличении процесса нагружения создаются условия, когда разрушение материала наступает при напряжениях, близких к критическим статическим ($\sigma_{кр.ст}$), величина которых у скальных пород соответствует их крепости.

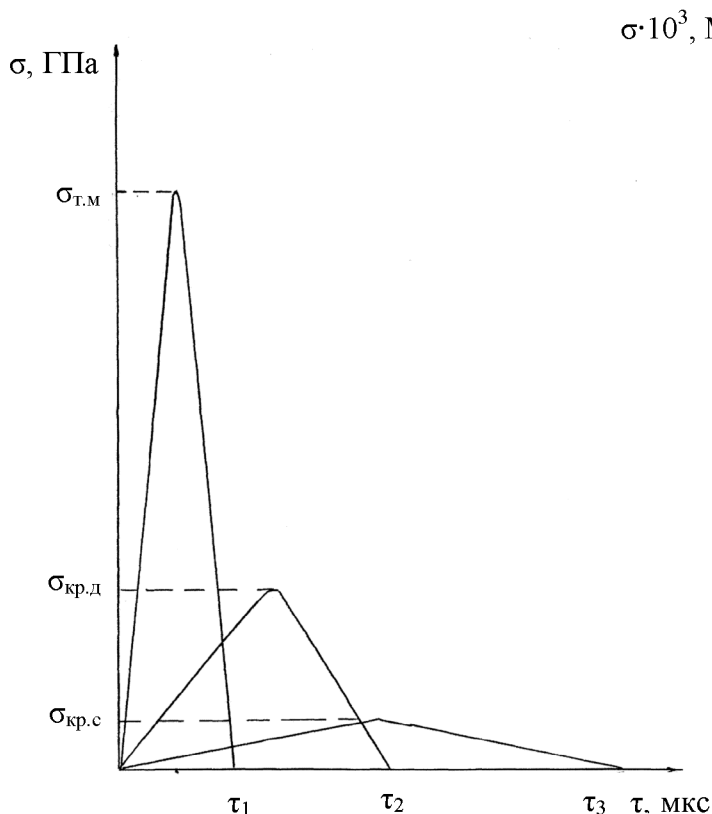


Рис. 2. Диаграммы импульсного нагружения материала при: $\sigma_{т.м} = 150$ ГПа; $\sigma_{кр.д} = 1,50$ ГПа; $\sigma_{кр.ст} = 0,15$ ГПа

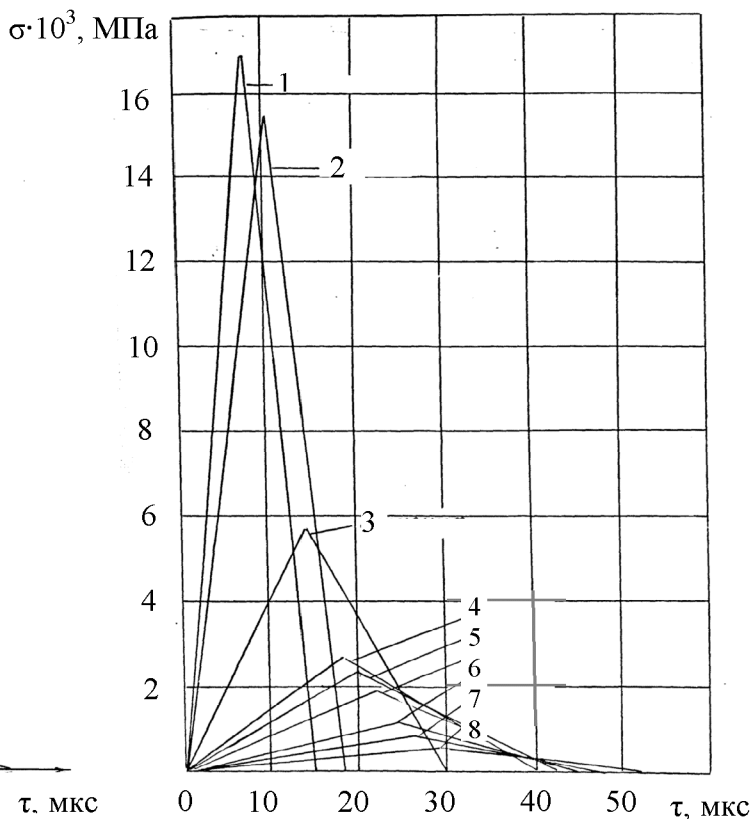


Рис. 3. Импульсные нагрузки от взрыва различных типов ВВ: 1 – гексоген; 2 – тротил; 3 – аммонит; 4 – МПВС-VI; 5 – МПВС-V; 6 – МПВС-IV; 7 – МПВС-III; 8 – МПВС-II; 9 – МПВС-I

На рис. 3 приведены аналитически рассчитанные импульсы, возникающие на контакте ВВ–порода для некоторых конденсированных и порошкообразных ВВ, а также для малоплотного взрывчатого состава (МПВС) «Игфанит-М» различной плотности. Анализ зависимостей, приведенных на рис. 2 и 3, и их сопоставление показывает, что импульсное воздействие на породу тротила и гексогена близко по максимальной амплитуде в импульсе и его длительности к теоретической диаграмме нагружения материала. Импульсное воздействие на породу аммонита № 6ЖВ соответствует (со значительным запасом) диаграмме динамического нагружения материала. Импульсное воздействие МПВС «Игфанит-М» различной плотности по величине максимальной амплитуды в импульсе и его длительности хорошо коррелирует со статической диаграммой нагружения материала.

Из изложенного следует, что с позиции взрывного воздействия на породу импульсное воздействие от взрыва МПВС является наиболее эффективным. Приведенные результаты хорошо коррелируют с полученными ранее выводами, что регулирование процесса разрушения твердого тела возможно за счет изменения параметров докритической и критической стадий. Процесс разрушения негабаритных отдельных методом накладных зарядов интенсифицируется за счет увеличения длительности импульсного воздействия и при наличии в разрушаемой отдельности системы микротрещин следует ожидать снижения удельного расхода ВВ на ее разрушение. Интенсификация процесса разрушения негабаритов шпуровыми зарядами во многом предопределяется величиной амплитуды импульсного воздействия.

Наиболее эффективного взрывного разрушения негабаритных отдельных следует ожидать при совместном взрывном воздействии накладного и шпурового зарядов.

1. *Ткачук К. Н., Кривцов Н. В.* Механизм разрушения крупнокускового материала накладными зарядами из малоплотных композиций // Высокоэнергетическая обработка материалов. – Днепропетровск: Арт-Пресс. – С. 25–28.

2. *Физические основы разрушения горных пород накладными зарядами / Н. В. Кривцов, И. В. Махоня, Е. А. Скочко, Л. А. Митюк // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог: КрТУ. – № 67. – 1999. – С. 32–38.*

3. *Исследования и разработка безопасных технологий ведения взрывных работ с использованием бестротилового взрывчатых веществ: отчет о НИР (промежуточн.) / ННИИОП. Регистр. № 0199U000182. – К., 1998. – 240 с.*