С помощью моделирования методом электрогидродинамических аналогий и теоретических расчетов применение гипотезы О.Е. Власова позволяет определить зоны возможного разрушения при различном расположении, числе и форме зарядов при проведении горных выработок. А.Ф. Баум [28] объясняет механизм разрушения среды следующим образом. Продукты детонации, образовавшиеся при взрыве заряда, обладают запасом энергии. Баланс энергии продуктов детонации слагается из

Еп.д. = Еост + Еуд

волны, где Еп.д – полная энергия продуктов детонации;

Еост – остаточная энергия продуктов детонации;

Еуд. волны – энергия ударной волны. Расширение продуктов детонации, которым отводится основная роль в разрушении среды, вызывает образование зон текучести и пластических деформаций, сжимающих и растягивающих напряжений. В начале взрыва происходят пластические деформации без каких-либо нарушений сплошности среды. После выхода ударной волны напряжений и образования радиальных трещин вследствие бокового распора сжатой породы, возникают растягивающие напряжения и появляются новые зоны трещинообразования, вызванные действием отраженной волны. Образуется сеть трещин. После двукратного пробега к источнику отраженная волна гаснет и уже не вызывает деформации среды. Заключительная стадия процесса разрушения при взрыве заряда ВВ в горной породе – остаточное действие продуктов детонации (доразрушение породы). Роль откольных явлений в процессе разрушения незначительна. В.И. Мачинский [29] исходя из основных положений энергетической теории взрыва, объясняет механизм разрушения неоднородных и трещиноватых горных пород действием ударных волн. Он считает, что ударная волна проходит бесследно через прочные места породы и только при прохождении ее через слабые места образуются «зачатки» трещин. Эти трещины затем интенсивно развиваются и в какой-то момент времени смыкаются, в результате чего горная порода разрушается. Ю.В. Гаек и М.Ф. Друкованный [30, 31, 32], исследуя процесс разрушения трещиноватых горных пород при взаимодействии полей напряжений, возникающих в результате взрывания зарядов ВВ, пришли к выводу, что наличие плотно сомкнутых трещин и микротрещин обеспечивает усиление интерференциальных явлений в массиве и замедляет процесс его разрушения. С помощью сверхскоростной киносъемки было установлено, что часть энергии, переносимой волной, встречая трещины, тратится на переизмельчение среды на их контактах, другая часть проходит в сторону свободной поверхности. Разрушения, распространяющиеся от заряда, не могут проникнуть за границу трещин, и поэтому создаются очень неблагоприятные условия для дробления остальной части массива. Л. Ричард [33] указывает, что трещины или плоскости раздела слоев различной плотности, встречающиеся на пути распространения ударной волны, вызывают отражение и преломление их. Разрушение массива, по мнению автора, начинается у свободной поверхности или у поверхности раздела слоев, распространяясь в направлении заряда. Лабораторными исследованиями университета в Солт Лейк Сити [34], установлен характер поведения ударных волн на поверхности раздела двух твердых тел. Полученные с помощью киносъемки фотографии возбужденного взрывом бокового импульса, попадающего на поверхность раздела двух плексигласовых образцов, показали большое значение пригонки поверхностей раздела. Так, например, если контактирующие поверхности отрезаны пилой (по четвертому классу точности), то около 75% энергии ударной волны отражается. Если поверхности гладкие и хорошо пригнаны, отражается около 10% энергии ударной волны. На основании проведенных опытов установлено, что при переходе ударной волны со среды, обладающей меньшим акустическим сопротивлением, в среду с более высоким акустическим сопротивлением на поверхности раздела возникает волна сжатия.

Общие представления о механизме разрушения горных пород взрывом заряда ВВ

Современные представления о механизме действия взрыва в твердой среде предполагают необходимость учета волнового и квазистатического действия взрыва на среду. В результате взрывчатого превращения ВВ с выделением тепла и образованием газов в зарядной полости скачкообразно повышается давление газов взрыва, вследствие этого в окружающей среде во все стороны распространяется однократная ударная волна [6-10]. На контакте заряда со средой скачок давления, преодолевая сопротивление всестороннему сжатию, производит её раздавливание и измельчение, увеличивая при этом размеры зарядной полости. С удалением от заряда на расстояние 1-5 радиусов заряда ударная волна переходит в волну напряжений. При взрыве в слабых породах и при взрыве низкобризантных ВВ ударная волна может не образовываться. В этом случае от заряда в горной породе сразу распространяется волна напряжений со скоростью, равной скорости распространения звука в ней. Она обусловливает радиальное сжатие слоев породы и возникновение тангенциальных напряжений. Поскольку, как правило, прочность горных пород на растяжение на порядок меньше их прочности на сжатие, в породе возникают радиальные трещины. Когда тангенциальные напряжения становятся меньше предела прочности породы на разрыв, рост радиальных трещин, образованных волной, прекращается. После возникновения ударной волны и увеличения объема зарядной полости давление газов взрыва несколько снижено, но остается еще достаточно высоким и действует на стенки увеличенной зарядной полости и образованных волной трещин. Вторым разрушающим фактором взрыва являются газообразные продукты детонации. Поскольку время их действия на окружающую среду на порядок больше времени прохождения волны, действие газообразных продуктов можно считать вторичным во времени и рассматривать как квазистатическое [11-14].Однако в вопросе о том, какая часть потенциальной энергии ВВ переходит в ударную волну и какая связана с расширяющимися продуктами взрыва однозначности нет. А.Н. Ханукаев [7,15,16] утверждает, что "энергия ударной волны в твердых средах составляет 60-80% и более потенциальной энергии заряда". H.K. Kutter [12] считает, что в волну напряжений переходит лишь 10-18%, выделяемой взрывчатым веществом энергии. Остальная часть энергии, запасенной в ВВ, связана с газообразными продуктами взрыва.