

УДК 622.861 : 622.235

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАРЯДА ВВ В ПОРОДАХ ОСАДОЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Г.У. Саттаров, студент гр. ГО-101, 5 курс

Научный руководитель: И.Б. Катанов, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Горно-геологические условия в Кузнецком угольном бассейне весьма разнообразны и сложны, пласты залегают в виде свит от пологого до крутого падения. Вскрышные породы угольных месторождений Кузбасса представлены песчаниками (до 80%), алевролитами и аргиллитами с $f = 4 \div 10$. Структура породных массивов изменяется от мелкоблочной (с размерами естественных отдельностей 200-400 мм) до крупноблочной (с размерами отдельностей 3000-5000 мм и более) иногда даже в пределах одного взрываемого блока. По степени взрываемости вскрышные породы делятся на три категории: легковзрываемые породы (40%), породы средней взрываемости (40%) и трудновзрываемые породы (20%). В ряде случаев дробление крепких горных пород, особенно крупноблочной структуры, по существующей технологии недостаточно не достаточно для обеспечения высокопроизводительной работы горного и транспортного оборудования.

Взрывные работы являются начальным производственным процессом, от качества выполнения которого зависит эффективность горнотранспортного оборудования. Интенсификация добычи угля на разрезах требует применения мощного, высоко производительного экскаваторного и транспортного оборудования, внедрения новых технологических схем и других достижений науки и техники.

Одним из важных направлений совершенствования взрывных работ является повышение КПД взрыва в результате рационального перераспределения доли энергии ВВ в твердой среде во времени и пространстве.

Применение современных взрывчатых веществ при традиционных методах ведения взрывных работ сопровождается значительным переизмельчением породы в ближней к заряду зоне, которая одновременно становится и областью сильного поглощения энергии. Эти большие потери энергии на начальной стадии развития взрыва не могут быть впоследствии компенсированы, так как передача энергии при взрыве сплошного заряда происходит практически мгновенно. В настоящее время разработаны и получили широкое внедрение новые методы ведения взрывных работ с использованием зарядов, включающих воздушные, водные и водно-воздушные промежутки. Изменяя параметры расположения скважинных

зарядов в массиве горных пород можно рационально изменять распределение энергии во взрываемом массиве.

Разрушение горных пород происходит, если внешняя нагрузка создает в них соответствующее предельное напряженное состояние. При дроблении горных пород необходимо, чтобы основная волна сжатия имела амплитуду выше предела прочности горных породы.

Характер разрушений, интенсивность и равномерность дробления слоистых горных пород зависят от направления силовых воздействий по отношению к их напластованию.

При взрыве во всех точках среды возникает напряженное состояние, характерной особенностью которого является изменение его параметров в течение коротких промежутков времени. Для анализа напряженных состояний, изменяющихся во времени, примем допущения:

- изменение параметров напряжений происходит за достаточно малые, но конечные промежутки времени;
- в волне напряжений в первом приближении создается линейное напряженное состояние.

Плоскость разрушения в пласте будет строго перпендикулярна напластованию, если угол γ между направлением главных сжимающих напряжений во взрывной волне и пластом удовлетворяет соотношению [1, 2]:

$$\sin \gamma = \sqrt{\frac{\sigma_{сж}}{\sigma_{сж} + \sigma_p}} \quad (1)$$

где $\sigma_{сж}, \sigma_p$ – пределы прочности породы в пласте (прослойке) при одноосном сжатии и растяжении соответственно, МПа.

Для большинства горных пород предел прочности при одноосном сжатии выше предела прочности при растяжении. Ориентировочно можно принять $\sigma_p = 0,1\sigma_{сж}$ [3]. При больших различиях в прочности пород для одноосного сжатия и растяжения область возможных углов γ , для которых разрушение будет происходить в перпендикулярном к плоскости пласта (прослойки) направлении, а не вдоль него, сильно ограничена. Большинство массивов в силу геологических причин неоднородны и анизотропны т.е. имеют несколько систем трещин. Причинами, обуславливающими анизотропию, являются слоистость, трещиноватость, разнопрочность минералов, из которых состоят горные породы. В массивах осадочных горных пород характерно наличие трех систем трещин. Трещины, отделяющие слои (напластования) и две взаимно перпендикулярные напластованиям секущие системы трещин, которые и определяют блочность структуры массива. Форма зоны регулируемого дробления в сечении, перпендикулярном оси скважинного заряда, определяется степенью анизотропности породного массива. В общем случае в этом сечении кривая

анизотропии трещиноватости массива будет близка к форме эллипса. Обратно пропорционально кривой анизотропии трещиноватости будет изменяться и скорость продольной волны в массиве (рис. 1). В настоящее время способ взрывной подготовки пород к выемке методом скважинных зарядов горных пород со слоистой структурой, включает бурение параллельных рядов вертикальных или наклонных скважин, зарядание их взрывчатым веществом с последующей забойкой, монтаж взрывной цепи и короткозамедленное взрывание.

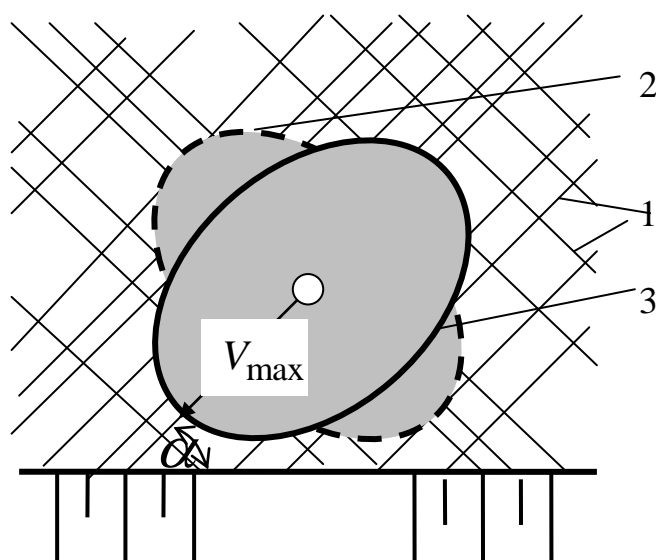


Рис. 1. Взаимосвязь между трещиноватостью массива и скоростью продольной волны: 1 – следы систем секущих трещин; 2 – кривая анизотропии трещиноватости; 3 – направление скорости продольной волны в массиве V_{max} ; α – угол встречи направления максимальной скорости продольной волны в массиве с линией верхней бровки откоса уступа.

Скважины размещаются друг от друга на расчетном расстоянии по прямоугольной или шахматной сетке. Причем в массиве скважины располагаются так, что продольная ось каждой скважины на плоскость откоса уступа проектируется как перпендикуляр к образующим верхней и нижней бровкам уступа. При взрыве скважинного заряда в этом случае не учитываются взаимосвязи сдвиговых напряжений в направлении слоистости и направлении трещиноватости массива, поэтому на разупрочнение структуры массива необходим увеличенный удельный расход взрывчатого вещества.

Наиболее благоприятные условия для дробления массива в большинстве случаев наступают тогда, когда нагрузка разрушения в слое строго перпендикулярна напластованию или системе трещин. Поэтому при изменении угла напластования от горизонтали или от вертикали от 0 до 30 град., и при простирации напластований или секущих систем трещин от направления параллельного линии откоса уступа до перпендикулярного ему, скважины необходимо бурить вдоль направления секущей системы трещин или напластования, перпендикулярно направлению простирации секущей системы трещин или направлению максимальной скорости продольной волны в массиве. На рис. 2 показана схема бурения скважин при взрывании горного массива при угле падения напластования α от 0 до 30 град. и разрез А-А.

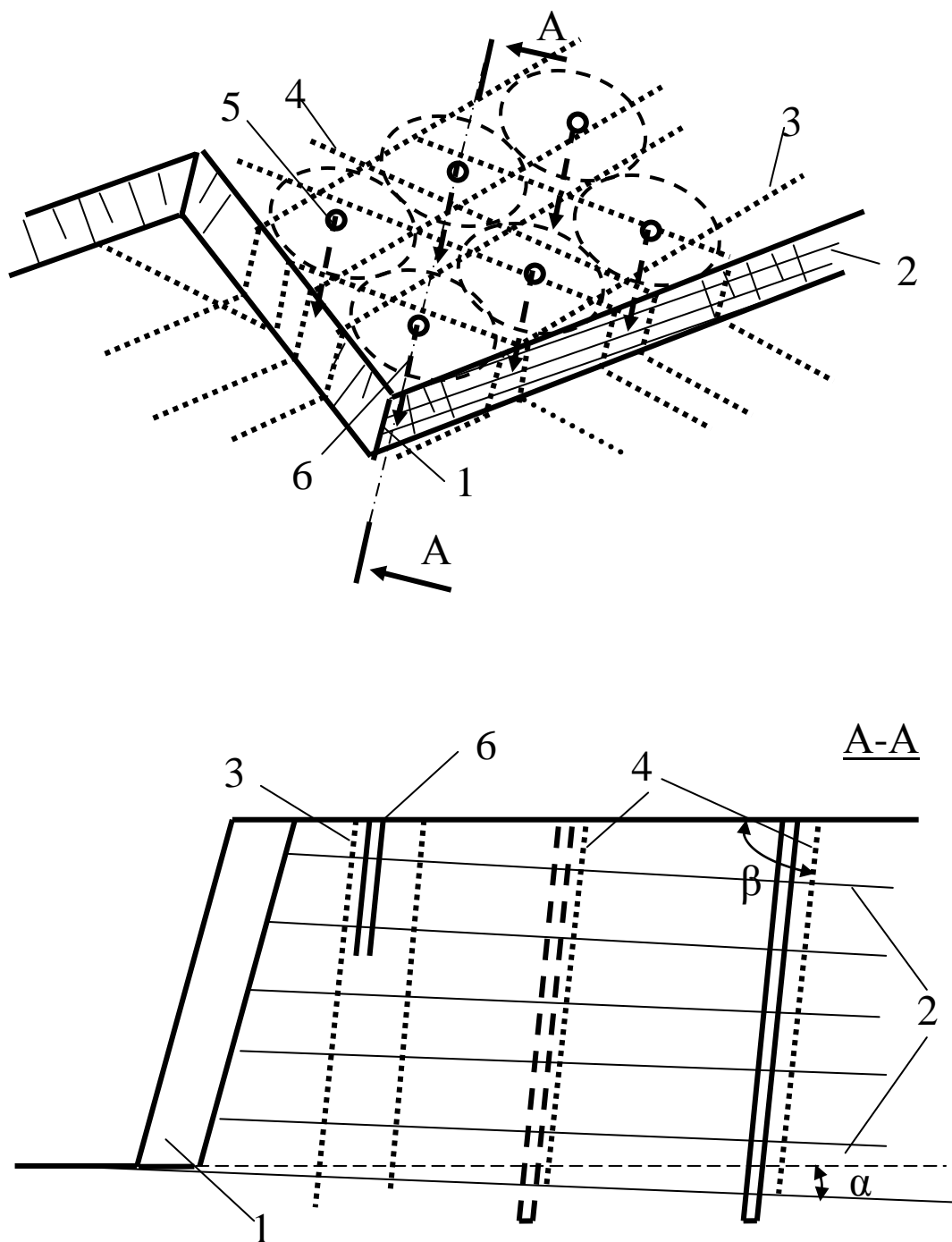


Рис. 2. Схема пространственного размещения скважин в массиве:
1 – откос уступа; 2 – напластования породы; 3, 4 – следы систем
секущих трещин; 5 – устья скважин; 6 – направление бурения

На уступе 1, подлежащему взрывной подготовке к экскавации, на основании изучения геологической структуры массива, определяют направление простирания напластований массива и угол α падения напластований 2 относительно горизонта, а также направление простирания систем секущих трещин 3, 4 и углы их падения β относительно

горизонтали. В этом случае зона дробления вокруг скважинного заряда каждого слоя массива будет определяться структурно-прочностными свойствами слоя, что в случае некоторого различия этих свойств позволит применить рациональную конструкцию скважинного заряда, например, использование воздушных промежутков или формирование колонки заряда из взрывчатых веществ, соответствующих прочностным характеристикам каждого породного слоя. Это позволит более рационально использовать энергию взрыва, получить более рациональную степень дробления массива и в конечном итоге повысить производительность горно-транспортного оборудования.

При угле α падения напластований от 0 до 30 град. относительно горизонта, параллельные ряды скважин 5 размечают так, чтобы бурение каждой скважины было в направлении 6 перпендикулярном плоскости напластования 2 и направлению максимальной скорости продольной волны в массиве, обозначенным величиной большей оси эллипса 5 предполагаемой зоны дробления вокруг скважины 6 и под углом β близким к углу падения секущий системы трещин 4 в пределах от 60 до 90 град. относительно горизонта.

Аналогично при угле α падения напластований 2 от 60 до 90 град. относительно горизонта (на рис. 2 это показано как секущая система трещин 4), параллельные ряды скважин размечают так, чтобы бурение каждой скважины 5 было в направлении 6 перпендикулярном линии простирания напластований и под углом близким к углу β падения напластований в пределах от 60 до 90 град. относительно горизонта. При угле падения напластований от 30 до 60 град. относительно горизонта схема обустройства массива остается аналогичной схеме, описанной выше. В этом случае распределение напряжений в массиве будет происходить под некоторым углом к напластованию или системам трещин, их ориентирование относительно вектора скорости продольной волны напряжений позволит получить качество дробления лучше, чем при традиционной схеме обустройства массива.

После разметки бурят скважины, заряжают их взрывчатым веществом, осуществляют забойку и проводят монтаж взрывной сети. Взрыв скважинных зарядов осуществляют короткозамедленно, например, с помощью неэлектрических средств инициирования с низкоэнергетическими волноводами по диагональной схеме. Причем угол наклона диагонали взрывной сети относительно линии откоса уступа соответствует по величине углу, образуемого линией простирания системы трещин 4 (при угле падения напластований в пределах от 0 до 30 град. относительно горизонта) или величине угла, образуемому линией простирания напластований (при угле их падения в пределах от 60 до 90 град. относительно горизонта). Параметры расположения скважин 5 на уступе, в т.ч. расстояние между скважинами в ряду и между параллельными рядами скважин, линия сопротивления по подошве уступа определяются, например, по методике [3]. Конструкция

скважинного заряда формируется в зависимости от структурно-прочностных свойств напластований массива. Безопасность при бурении первого ряда скважин обеспечивается условием расположения бурового станка вне призмы возможного обрушения, т.е. не менее 2-х метров от бровки уступа до ближайшей точки опоры станка. Однако на практике это расстояние как правило значительно больше.

На первый взгляд предлагаемая схема обурирования противоречит требованию ПБ 05-619-03 о том, что при бурении первого ряда скважин продольная ось бурового станка должна быть перпендикулярна бровке уступа. При бурении наклонных скважин это требование играет некоторую роль в изменении величины линии сопротивления по подошве, а при бурении вертикальных скважин расположение оси станка относительно бровки уступа вообще не имеет никакого значения.

Предложенный способ обурирования массива позволит повысить качество подготовки пород к экскавации и в конечном итоге увеличить производительность горно-транспортного оборудования.

Список литературы

1. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела. Т.1 – М.: Наука, 1975. – 832 с.
2. Методика расчета параметров буровзрывных работ при дроблении слоистых горных пород. Комир В.М., Мыслицкий С.М., Назаренко С.В. Сокуренок В.А. Вісник КДПУ. Випуск 6/2006 (41). Частина 1.
3. Репин Н.Я. Подготовка горных пород к выемке. Ч.1 : Учеб. пособ. – М.: "Мир книги". Изд-во МГГУ. 2009. - 188 с.