В.А.СИНИЦЫН, В.Г.ШЕМЕНЕВ, А.С.МАТОРИН, А.А.КОТЯШЕВ
Институт горного дела УрО РАН, Екатеринбург, Россия

СПОСОБЫ ЗАРЯЖАНИЯ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН АКВАТОЛАМИ

В ходе испытаний и промышленной отработки процесса заряжания скважин акватолами возник ряд проблем, влияющих на качество взрывной подготовки горной массы:

- перемешивание нижней части колонки заряда с буровой мелочью, ухудшающее проработку подошвы уступа;
- растекание акватолов по нарушениям в стенках скважин, расположенных в первых двух рядах, в зонах мелкоблочных, сильно трещиноватых пород и на фланговой части блока, нарушенной предыдущим взрывом;
- всплывание промежуточного детонатора на поверхность колонки заряда, могущее привести к отказу скважинного заряда.

Анализ процесса падения акватольной смеси на дно скважины показал, что как при опущенном на дно шланге, так и при установке его в устье скважины эффект взмучивания буровой мелочи на дне сухой или малообводненной скважины практически одинаков (рисунок, *а*). Это объясняется тем, что при производительности насоса 300-350 кг/мин (при плотности смеси $\rho = 1{,}5$ кг/дм^3 и подаче 3,3–3,8 дм^3/с) скорость взрывчатой смеси на выходе из шлангового барабана на вертикальный участок шланга с поперечным сечением 20 см^2 составляет в среднем 1,8 м/с, а при свободном падении на глубине 18 м возрастает до 21,5 м/с, а поперечное сечение струи уменьшается до 1,65 см^2. Кинетическая энергия струи переходит в работу перемешивания смеси с буровой мелочью. Давление струи достигает при этом 130 кПа, и такая струя проникает глубоко в буровую мелочь. При средней величине засыпки (0,5-0,8 м) перебура буровой мелочью или мелким щебнем высота некондиционного заряда достигает 2-2,5 м.

С целью повышения качества заряжания в нижней части колонки формируемого заряда буровую мелочь предварительно изолируют от заряда перегородкой (пробкой), которая выполняется из эластичного материала и опускается на дно скважины вместе с зарядным шлангом, а затем выдавливается при нагнетании взрывчатой смеси (см. рисунок, *б*). Пробка может быть выполнена также из быстротвердеющей смеси, опускаемой на дно скважины, или из крупной щебенки, засыпаемой в скважину при выведении ее на проектную глубину. Последний вариант был использован при промышленных испытаниях акватолов.

Иное положение создается в обводненных скважинах. При опускании шланга в скважину он заполняется водой, но ниже уровня воды в скважине, поскольку воздух в шланге, запертый взрывчатой смесью на барабане и в насосе, будет создавать противодавление воде. Из равенства наружного и внутреннего давлений в выходном отверстии шланга и при длине воздушной его части, равной длине зарядного шланга, высота столба воды внутри шланга, опущенного до дна скважины,

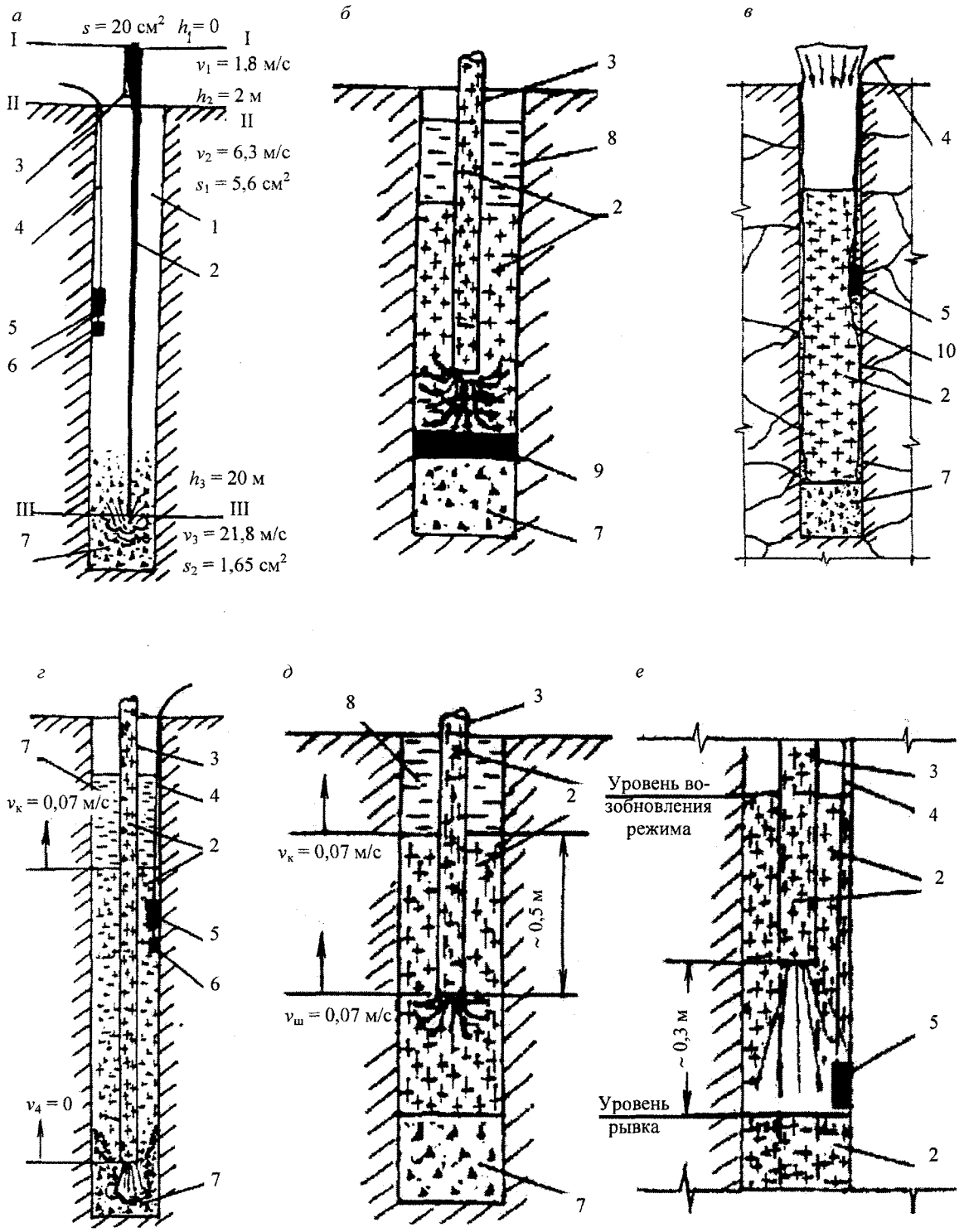
$$h_{ш} = \frac{(35 + h_c)}{2} - \sqrt{\left(\frac{35 + h_c}{2}\right)^2 - h_з h_c}, \qquad (1)$$

где $h_з$ – длина зарядного шланга; $h_ш$ – высота столба воды внутри зарядного шланга; h_c – уровень столба воды в скважине.

Высота столба воды внутри зарядного шланга зависит от уровня столба воды в скважине следующим образом:

h_c, м	2	4	6	8	10	12	14	16
$h_ш$, м	1,4	2,7	4,0	5,2	6,45	7,55	8,7	9,7

Таким образом, чем больше обводненность скважины, тем выше столб воды в шланге, а следовательно, меньше кинетическая энергия, давление струи и интенсивность перемешивания.



Способы заряжания скважин: *а* – в сухие скважины; *б* – на изолирующую шлам пробку; *в* – в полиэтиленовый рукав; *г* – под столб воды без подъема шланга до окончания зарядки; *д* – под столб воды с подъемом шланга синхронно заполнению; *е* – с подъемом шланга синхронно заполнению, при достижении колонкой детонатора рывок выше детонатора и залив его смесью сверху, затем возобновление принятого режима заполнения
1 – скважина; 2 – акватол; 3 – шланг; 4 – детонирующий шнур; 5 – детонатор; 6 – грузило; 7 – шлам; 8 – вода; 9 – изолирующая пробка; 10 – рукав

На буровую мелочь воздействует только струя воды, вытекающая из шланга со скоростью подачи смеси 1,8 м/с, что создает избыточное давление 0,9 кПа. Естественно, что в этих условиях никакого взмучивания и перемешивания буровой мелочи с акватолом не возникает.

Проблема растекания акватолов по нарушениям в стенках скважин и в сильно разрушенных зонах блока решается заряжанием в полиэтиленовые рукава (см. рисунок, *в*) [3].

Проблема надежной фиксации промежуточного детонатора при формировании колонки скважинного заряда из текучих ВВ при ведении взрывных работ на открытых горных разработках существует давно. В высокоплотных составах происходит его выталкивание за счет архимедовой силы. Упрощенно эта проблема решена путем прикрепления к промежуточному детонатору дополнительного груза[1, 2] (см. рисунок, *а* и *г*). Заполнение скважины акватолом производится одним из двух способов: под столб воды без подъема зарядного шланга до окончания заряжания (см. рисунок, *г*) или под столб воды с подъемом шланга синхронно заполнению с отставанием выходного отверстия зарядного шланга от уровня заполняемой взрывчатой смеси на 0,5 м (см. рисунок, *д*). Второй способ, при сочетании ряда негативных факторов: приложенного снизу напора смеси при малом противодавлении вытесняемой воды, повышенной плотности смеси, упругости детонирующего шнура и недостаточного веса дополнительного груза, – позволяет промежуточному детонатору смещаться вверх от проектного положения, а следовательно, изменять детонационные характеристики заряда. При полном вытеснении промежуточного детонатора из заряда возможны отказы.

Для обеспечения надежной фиксации промежуточного детонатора в проектном положении подача взрывчатой смеси в скважину производится с одновременным подъемом зарядного шланга (см. рисунок, *д*). Есть и другой способ: при подходе верхнего уровня колонки заряда к отметке промежуточного детонатора (нижнему торцу) зарядный шланг рывком поднимают на 0,2 м выше верхнего торца промежуточного детонатора, не прекращая подачи акватола. Затем заполняют участок скважины взрывчатым веществом до уровня колонки выше выходного отверстия шланга на 0,5 м и возобновляют подъем шланга синхронно со скоростью формирования колонки заряда (см. рисунок, *е*). В этом случае динамический напор струи взрывчатой смеси исключает вытеснение детонатора из колонки заряда.

Область применения акватолов и способы их заряжания

Породы	Акватолы	Способ заряжания
Сухие и малообводненные, слаботрещиноватые	Т (Т : Ж = 60 : 40), ТН (Т : Ж = 60 : 40) с сшивкой или Т и ТН (Т : Ж = 45 : 55) с сшивкой	Сверху или под столб воды через зарядный шланг на изолирующую от шлама пробку
Малообводненные сильно и чрезвычайно трещиноватые, нарушенные	Т (Т : Ж = 60 : 40), Т и ТН (Т : Ж = 45 : 55) с сшивкой	Сверху в полиэтиленовый рукав
Обводненные, сильно и чрезвычайно трещиноватые, нарушенные	Т и ТН (Т : Ж = 45 : 55) с сшивкой	– " –
Обводненные, монолитные и слаботрещиноватые	Т и ТН (Т : Ж = 45 : 55) с сшивкой	Под столб воды без подъема зарядного шланга или с подъемом синхронно заполнению
Обводненные, монолитные и слаботрещиноватые	Т и ТН (Т : Ж = 45 : 55) с сшивкой	Под столб воды с подъемом шланга синхронно заполнению, рывком при подходе колонки к детонатору и с последующим возобновлением принятого режима

Исследования позволили установить, что при заряжании скважин акватолами в сухих и малообводненных слаботрещиноватых породах сверху или под столб воды на изолирующую пробку можно избежать перемешивания взрывчатого вещества с буровой мелочью. Это повышает качество взрыва и обеспечивает проработку подошвы уступа. Скважины в сильно и чрезвычайно трещиноватых малообводненных и обводненных породах следует заряжать в полиэтиленовые рукава, что

позволит исключить растекание акватола по трещинам и обеспечить качественное дробление горной массы. Дробление обводненных монолитных и слаботрещиноватых пород с применением акватолов должно производиться путем заряжания скважин под столб воды без подъема зарядного шланга или с его подъемом синхронно заполнению скважины взрывчатой смесью. Соблюдение предложенных рекомендаций позволит обеспечить качественную подготовку горной массы на карьерах с использованием акватолов в породах любой трещиноватости и обводненности (см. таблицу).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маторин А.С.* Опыт применения водосодержащих взрывчатых веществ на карьерах Качканарского ГОКа / А.С.Маторин, В.Г.Шеменев и др. // Горный журнал. 1988. № 8.

2. *Шеменев В.Г.* Совершенствование технологии заряжания обводненных скважин на карьерах Качканарского ГОКа / В.Г.Шеменев, В.А.Синицын и др. // Проблемы геотехнологии и недроведения / Ин-т горного дела УрО РАН. Екатеринбург, 1998. Т.1.

3. *Шеменев В.Г. Способ заряжания водосодержащих ВВ в обводненные и трещиноватые скважины* / В.Г.Шеменев, В.А.Синицын, С.М.Лебедев, А.В.Дубских // Горный журнал. 1996. № 11/12.