

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАДИУСА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ ЧЕРЕЗ ЗАКРЕПЛЯЮЩИЙ СОСТАВ ПРИ КАМУФЛЕТНОМ ВЗРЫВАНИИ

Кологривко А.А. (БНТУ, г. Минск)

При взрыве цилиндрического удлиненного заряда, целиком заполняющего скважину, в связной породе происходит раздавливание среды в ближней зоне, которая поглощает значительное количество энергии. При взрыве заряда в безграничной жидкой среде энергия взрыва будет полностью поглощаться данной средой при достижении некоторого расстояния от центра взрыва [1]. Но при создании камуфлетной полости с одновременным ее креплением, мы имеем дело не с безграничной жидкой средой, а с совершенно конкретными данными о закрепляющем составе, через который продукты детонации действуют на породу. Поэтому, изучение процесса разлета продуктов детонации усложняется, т. к. при изучении поля взрыва необходимо определение параметров среды, вовлеченной в движение. При этом характер взаимодействия продуктов детонации со средой зависит от физических характеристик среды.

В зоне раздавливания часть энергии затрачивается на объемную деформацию материала скелета породы. Исходя из этого, если мы заменим часть породы менее жесткой – жидкой средой, то таким образом мы можем экономить энергию, расходуемую на дополнительное расширение радиуса полости. В тот момент, когда в зоне раздавливания будет находиться только жидкость, то экономия энергии будет максимальной. При дальнейшем увеличении первоначальной скважины, при постоянной массе заряда, замена породы жидкостью уже не будет давать экономии энергии. Кроме того, та энергия, которая была первоначально сэкономлена, будет поглощаться дополнительной массой жидкости, и конечный радиус полости будет соответственно уменьшен или останется равным первоначальной скважине.

Интересно заметить, что если в качестве закрепляющего состава использовать бетон, то данный слой не будет оказывать существенного влияния на показатель проницаемости и соответственно на радиус полости. Это, по всей видимости, объясняется тем, что энергия, используемая на деформирование слоя бетона и такого же по размерам слоя породы примерно равна.

Значит, влияние физических свойств закрепляющего состава на параметры полости определяется уровнем поглощения средой энергии в ближней зоне.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод: при создании камуфлетных полостей с одновременным креплением стенок закрепляющими составами, последние не оказывают существенного влияния на проектируемый радиус полости при приближении их физических свойств к физическим свойствам породы.

Для описания движения газовой полости, с целью изучения влияния закрепляющего состава на ее радиус, воспользуемся математической моделью, которая описывает действие взрыва в средах с относительно большой свободной пористостью, а именно моделью, рассматривающую связную породу как жидкость с внутренним гидростатическим давлением. Порода с начальной плотностью ρ_0 под действием взрыва уплотняется до состояния ρ_1 , после чего среда уже несжимаема. При небольших давлениях большинство реальных жидкостей практически несжимаемы и их свойства достаточно близко совпадают со свойствами идеальной жидкости, в которой взрыв сопровождается образованием пузыря из нагретых и сжатых до высокого давления газов, в результате расширения которых в окружающей среде образуются ударные волны.

При создании полостей рассматриваемым способом, ударная волна переходит из одной среды в другую, первая из которых – закрепляющий состав, а вторая – связная

порода. На границе раздела двух сред, в зависимости от акустической жесткости первой среды $\rho \cdot c$, возникает либо отражение ударной волны, либо волна разрежения [2].

Образуется полость определенных размеров в зависимости от физических свойств закрепляющего состава и породы. Рассмотрение вопроса движения ударной волны без учета сжимаемости закрепляющего состава не имеет физического смысла. Известно, например, что при давлении порядка 100000 кг/см^2 плотность воды достигает значения $1,5 \text{ г/см}^3$ [3].

Проведенные исследования и анализ практических данных также показали, что в зависимости от физических свойств закрепляющих составов, последние по разному оказывают влияние на проектируемый радиус выработки (в одних случаях радиус имел большее значение, по сравнению с проектным, в других – совпадал). На основании теоретических и экспериментальных исследований установлено, что коэффициент влияния физических свойств закрепляющего состава λ_A , в зависимости от величины относительного объема скважины A изменяется по степенной зависимости (рис.1).

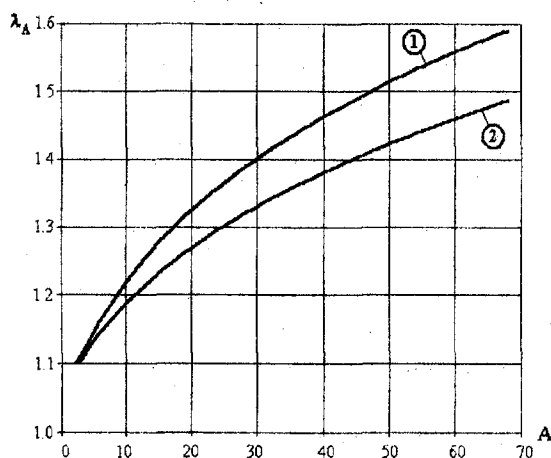


Рис.1. График зависимости величины коэффициента влияния физических свойств закрепляющего состава от относительного объема скважины. 1 – при использовании воды, 2 – при использовании карбамидных смол

Из графика следует, что для каждого значения A коэффициент λ_A имеет меньшее значение для полимера и большее значение для воды. Следовательно, с увеличением величины относительного объема скважины величина коэффициента влияния физических свойств закрепляющего состава будет иметь меньшее значение для составов с большей плотностью.

Исходя из вывода, что закрепляющий состав не оказывает существенного влияния на проектируемый радиус полости при приближении его физических свойств к физическим свойствам породы, а также используя математическую модель процесса образования цилиндрической камуфлетной полости в пластичных породах и модель, учитывающую изменение начальных параметров источника возмущения в зависимости от влияния промежуточных сред, имеем график зависимости значения коэффициента влияния физических свойств закрепляющего состава на радиус полости от акустической жесткости закрепляющего состава $\rho_3 \cdot c_3$ (рис.2), и график зависимости проектируемого радиуса полости $R_{ПВ}$ от акустической жесткости закрепляющего состава (рис.3). При этом за модель минимальной акустической жесткости закрепляющего состава была взята акустическая жесткость воды, за максимальную – породы.

Из графиков следует, что с увеличением акустической жесткости закрепляющих составов, величина коэффициента влияния физических свойств закрепляющего состава уменьшается (рис.2) и, наоборот, при меньшем значении акустической жесткости $\rho_3 \cdot c_3$, величина коэффициента влияния физических свойств закрепляющего состава увеличивается по степенной зависимости и, соответственно, оказывает максимальное значение на радиус цилиндрической камуфлетной полости (рис.3).

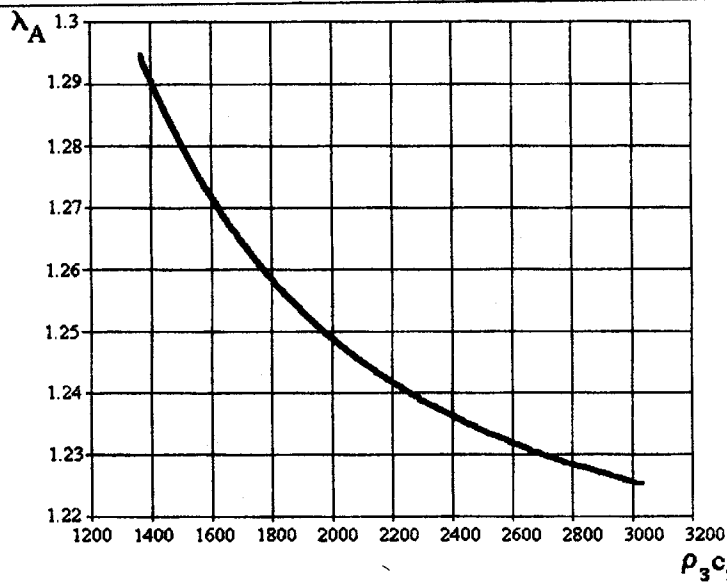


Рис. 2. График зависимости величины коэффициента влияния физических свойств закрепляющего состава от акустической жесткости

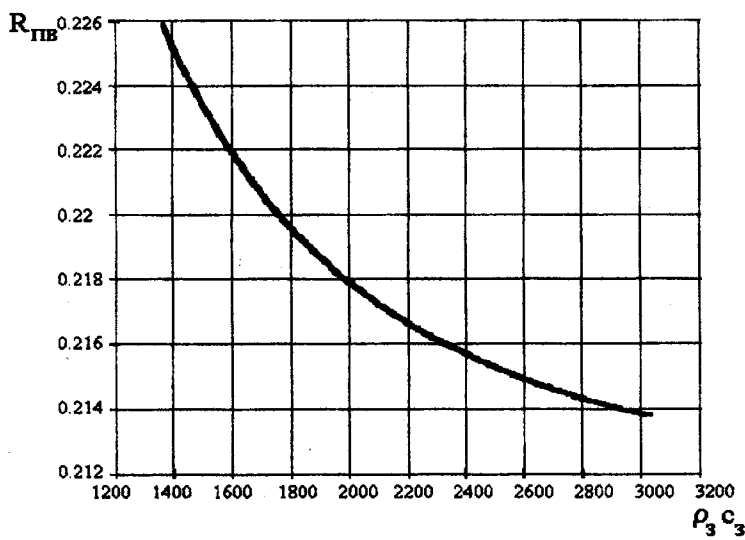


Рис. 3. График зависимости проектируемого радиуса полости от акустической жесткости закрепляющего состава

На основании изложенных выше теоретических соображений и экспериментальных исследований приходим к следующему обобщающему принципиальному выводу: в зависимости от акустической жесткости закрепляющего состава проектируемый радиус полости изменяется по степенной зависимости и для закрепляющих составов с меньшей плотностью имеет большее значение. Таким образом, путем увеличения или уменьшения толщины закрепляющего состава обеспечивается регулирование радиуса цилиндрической камуфлетной полости. Это позволяет определить минимально необходимую толщину крепи, обеспечивающую пластическую деформацию породы и устойчивость стенок камуфлетной полости.

Литература

1. Христофоров Б.Д. Подводный взрыв в воздушной полости. Журнал прикладной механики и теоретической физики. — Изд. АН СССР, 1962. — №6. — С.128-132.
2. Краткий справочник по прострелочно-взрывным работам / Под ред. Н.Г. Григоряна. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1990. — 198с.
3. Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П., Челышев В.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва / Под ред. К.П. Станюковича, 2-е изд., перераб. М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Недра», 1975. — 704с.