

В журнале «Приборы и системы разведочной геофизики» № 01/2010 г. в статье «Об оптимизации зондирующих сигналов и приемников по критерию отношения сигнал/помеха плюс шум при работе с импульсными невзрывными источниками сейсморазведки», авторы Шайдуров Г.Я., Дятков В.А. рассмотрена актуальная задача оптимизации мощностных и частотных параметров невзрывных источников с соотношением сигнал/помеха.

В статье приводятся интересные факты, дословно цитируемые: «Например, для вибрационного источника среднее значение энергии воздействия при $P_v=10$ т, $T=10$ с равно $\Sigma_v=100$ т.с. Для импульсного источника: $P_i=100$ т, $T_i=5$ мс, получаем $\Sigma=0,5$ т.с.

В то же время, по данным сравнительных полевых испытаний оба вида источника дают примерно одинаковые геофизические результаты по глубинности и отношению сигнал/помеха.

Этот парадокс не нашел объяснение в научной печати, хотя оба вида технологий используются в геофизической практике.»

Суть парадокса заключается в том, что при использовании мощных источников и при использовании маломощных источников конечный результат зарегистрированный в виде сейсмозаписи примерно одинаков.

Можно предположить, этот парадокс касается и взрывной сейсморазведки, по которому в ряде публикаций предпринята попытка объяснить факты адекватности принятых сейсмоприемниками сигналов при различных тротиловых эквивалентах взрывного источника [2,3,4].

Рассмотрим процессы, происходящие в зоне взрыва.

Общепринято, что при камуфлетном взрыве выделяются три зоны: зона сжатия и тонкого измельчения пород (камуфлетная зона); зона сжатия и растрескивания; зона упругих деформаций.

В камуфлетной зоне давление на фронте ударной волны превышает модуль объемного сжатия пород. Скорость распространения удар-

ных волн в этой зоне превышает скорость упругих колебаний в данной среде. Размер камуфлетной зоны по Покровскому Г.И. равен $R_k = K \sqrt{Q}$ где K – коэффициент зависящий от прочности пород. Распространение ударной волны в этой зоне связано со значительными потерями энергии. На образование зоны разрушения расходуется большая часть энергии взрыва и чем больше величина заряда, тем больше энергии расходуется на разрушение.

В зоне сжатия и растрескивания скорость распространения ударных волн равна скорости упругих колебаний данной среде. В этой зоне среда ведет себя не упруго, в ней возникают остаточные деформации, ведущие к нарушению сплошности строения среды, что ведет к дальнейшей потере энергии взрыва.

Приближенно считают, что размер зоны сжатия и растрескивания равен $R_{тр}=6R_k$.

Зона упругих деформаций характеризуется отсутствием разрушений и распространением в ней сейсмической волны.

Очевидно, что большая часть энергии взрыва расходуется на разрушение пород, и чем больше масса заряда, тем больше объем разрушенных пород. Однако нас интересует количество энергии при взрыве, которое расходуется на образование сейсмических волн.

По мнению ряда авторов, в сейсмическую волну переходит около 1% потенциальной энергии ВВ. Подобные выводы касаются больших зарядов. При сверхмалых зарядах радиус камуфлетной полости не перекрывает радиус скважины в которой производится взрыв, т.е. можно предположить, что при сверхмалых зарядах большая часть энергии направлена на образование упругих колебаний. Без сомнения часть энергии малых зарядов расходуется на нагревание среды и на течение химической реакции взрыва. Можно лишь предположить, что при взрывах больших зарядов 1% доля энергии идет на образование сейсмических колебаний, а при малых эта доля значительно увеличивается. На рис. 1 показан условный график зависимости

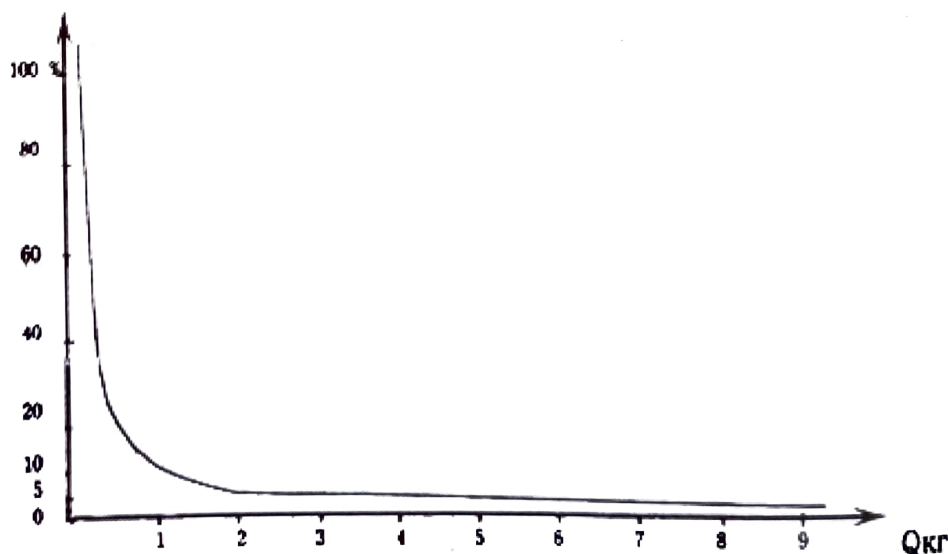


Рис. 1. Эмпирическая зависимость количества энергии взрыва, выделяемая на образование упругих колебаний в грунте

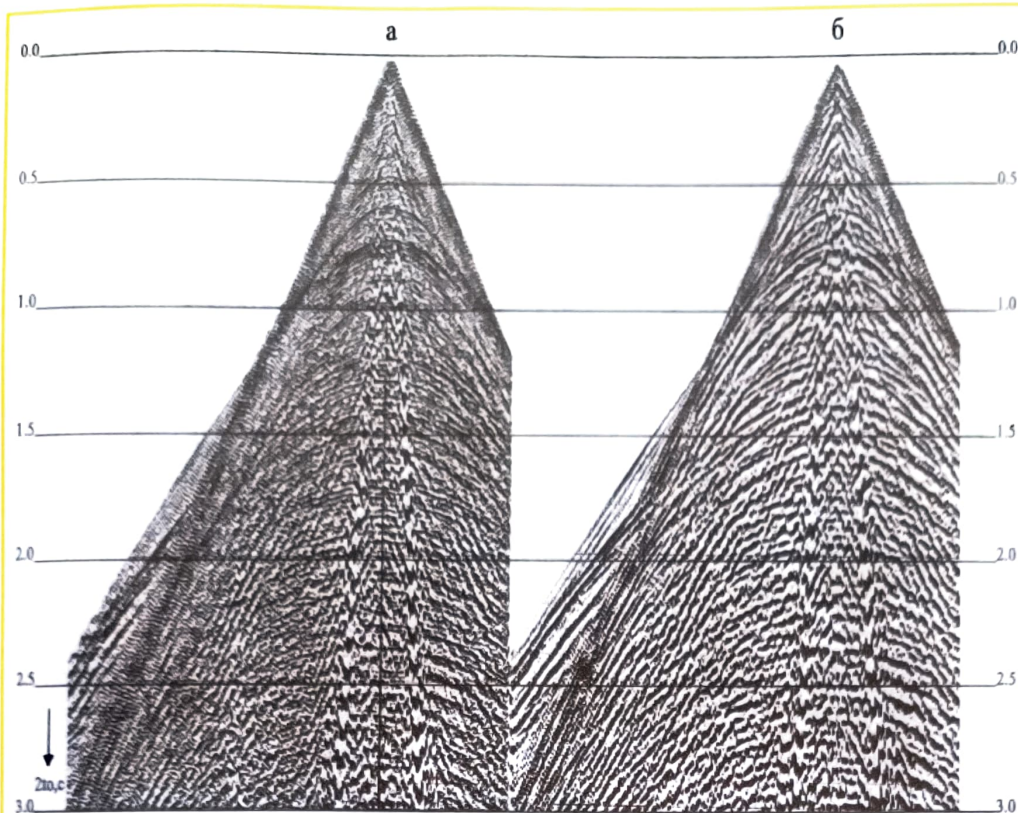


Рис. 2 Сопоставление первичных сейсмограмм, регистрируемых:

а) при высокоразрешающей сейсморазведке: одиночные взрывы под ЗМС, $H=16\text{ м}$, $q=0,075\text{ кг}$, $T=4,0\text{ с}$, $t=1\text{ мс}$;
б) при стандартных работах МОГТ: одиночные взрывы под ЗМС, $H=16\text{ м}$, $q=2,0\text{ кг}$, $T=18,0\text{ с}$, $t=4\text{ мс}$

доли энергии взрыва, направленной на образование сейсмических колебаний от массы заряда.

График составлен исходя из следующих предположений:

- при зарядах с весом более 2 кг в сейсмическую волну переходит около 1-5 % энергии ВВ;
- при зарядах массой 2-3 г в сейсмическую волну переходит около 90% энергии ВВ;
- энергия взрыва, направленная на образование сейсмических колебаний (от 1% при больших зарядах, до 90% при малых), меняется не линейно, а по зависимости аналогичной графику, приведенному на рисунке.

Если данное предположение близко к реальному, то оптимальными зарядами при сейсморазведочных работах являются заряды, не превышающие 100-200 г и даже меньше.

В работе [1], прямо говорится, что весьма осторожно следует относиться к увеличению веса заряда при возбуждении продольных волн.

Можно предположить исходя из общности теории упругих волн для всех видов источников, что взгляды изложенные в статьях на взрывные источники можно отнести и к любым невзрывным. Решение этой академической проблемы даст новый импульс к совершенствованию полевых технологий, которые в части теоретических обоснований явно отстают от быстрого и интенсивного развития обработки, интерпретации геофизических данных и прогнозирования на их основе геологических сред.

На рисунке 2 иллюстрируется пример парадокса при взрывной сейсмике. Сопоставляются при прочих равных условиях два вида взрыва 2,0 кг и 0,075 кг, т.е. с разницей по массе в 27 раз. Можно увидеть, что по глубинности сейсмозаписи адекватны, а при малом воздействии резко

повышается разрешенность и расширяется частотный диапазон.

Объяснение данного парадокса находит ответ в количестве энергии расходуемой на образование упругих деформаций: чем меньше заряд, тем больший процент энергии расходуется на создание упругих колебаний, тем меньше размер зоны разрушений и невозвратных деформаций в источнике, тем меньше помехи и выше спектр возбуждаемых колебаний и чем больше заряд, тем больше помех, так как энергия расходуется на разрушение. Расширение частотного диапазона при малых зарядах вытекает из теории сферического очага, впервые предложенный Гурвичем И.И. [1].

Список использованной литературы:

1. Гурвич И.И. К теории сферического излучателя сейсмических волн. Изд. АН СССР. Физика Земли, № 10, 1965.
2. Колосов Б.М., Кобылкин И.А., Голиченко А.М., Ужакин Б.А. Высокорастворимая сейсморазведка в Нижнем Поволжье РФ и во впадине Талиму в Китае. Журнал «Приборы и системы разведочной геофизики», Саратов, № 2/2002.
3. Колосов Б.М., Кобылкин И.А., Голиченко А.М. Особенности возбуждения, регистрации и оценки слабых сейсмических сигналов при минимизации взрывной технологии. Международная геофизическая конференция «Геофизика XXI века – прорыв в будущее». Москва, тезисы докладов, 2003.
4. Колосов Б.М. О единицах измерения энергетических параметров источников и сейсмических сигналов в сейсморазведке. Изобретения и рациональные предложения в нефтяной промышленности. ВНИИОЭНГ. Москва, 3/2005.