



Сопоставление источников сейсмического волнового поля по тротиловому эквиваленту

Колосов Б.М., ЗАОр "НП "Запприкаспийгеофизика", г. Волгоград

ОБМЕН ОПЫТОМ

Журнал Саратовского отделения ЕАГО "Приборы и системы разведочной геофизики" в январе 2003 года выпустил тематический номер "Источники возбуждения геофизических полей", в котором опубликованы статьи об эффективности использования в сейсморазведке различных источников: взрывных, электромеханических, пневматических и вибрационных, - приводятся основные технические характеристики устройств, включая силовые и энергетические параметры излучателей [2].

Многообразие источников порождает и многообразие единиц измерения силовых параметров излучателей, сопоставление которых

между собой вызывает известные затруднения.

Вместе с тем в недавнем прошлом основным источником возбуждения при сейсморазведочных работах являлся взрыв, при котором для возбуждения сейсмических колебаний использовалось и используется большое разнообразие взрывчатых материалов. Энергоемкость ВВ колеблется в пределах 3000-4000 кДж на 1кг ВМ. Расширение видов источников возбуждения в сейсморазведке, включая механические, газодинамические, пневматические, электродинамические, вибрационные, заставляют искать общий эквивалентный параметр для их сравнительной оценки.

Таблица 1 Силовые параметры импульсных и вибрационных источников

Источник	Кол-во	Паспортные параметры		Расчетные параметры	
		силовой параметр	Кол-во единиц	энергия в кДж	тротил эквив-т
1.Тротил	1кг	Энергия	3800 кДж	3800	1000 г
2. "Геотон"	1шт	Сила воздействия на излучающую поверхность в импульсе в Н	300000 Н	300	80 г
3. Электромеханический "Терра-2"	1шт	Амплитуда импульса силового воздействия в Н	15000 Н	15	4 г
4. Электромагнитный "Енисей СЭМ-100"	1шт	Расчетная сила воздействия эл. магнитов на пригрузы модели (тс)	100 тс	10	26 г
5. Пневматический источник "Пульс-6С"	1шт	Рабочее давление в МПа, объем камеры 1 дм ³ , одно накопление	14,0 МПа	21	2 г
6. Виброисточник СВ-15-180	1шт	Максимальная амплитуда силы в кН (в течение 10 с)	150 кН	750	197 г
7. Виброисточник СВ-120-250 ВИ	1шт	Пиковое усилие при квазигармоническом возбуждении в кН (в течение 10 с)	120 кН	600	157 г
		Пиковое усилие импульсного воздействия в кН	120 кН	120	31 г
8. Виброисточник Merz M25/606	1шт	Пиковая сила (в течение 10 с)	202 кН	1010	265 г
9. Виброисточник AMG P23/M27	1шт	Усилие вибратора на грунт (в течение 10 с)	250 кН	1250	328 г
10. Виброимпульсные излучатели НКН-10/40	1шт	Максимальное усиление в импульсе в кН	100 кН	100	26 г
11. Механический импульсный источник с падающим грузом СИ-64	1шт	Максимальная энергия в кДж	100 кДж	100	26 г
12. Газодинамические импульсные источники ГСК-6М	1шт	Энергия действия на грунт в кДж	90 кДж	90	23 г
13. Электродинамические импульсные источники "Сейсмодин-4800"	1шт	Максимальное рабочее усилие в кН	800 кН	800	210 г
14. Пневматический импульсный источник ГСК-1П	1шт	Энергия воздействия при номинальном рабочем давлении в кДж	12 кДж	12	3 г
15. Пневматический импульсный источник ГСК-10С	1шт	Энергия воздействия на грунт в кДж	100 кДж	100	26 г
16. Пневматический импульсный источник ГСК-5	1шт	Максимальное суммарное рабочее усилие двух камер в кН	340 кН	340	90 г

Наиболее привычным понятием в современной сейсморазведке является взрывной источник с его основными параметрами массы заряда и тротилового эквивалента.

В данной статье предпринимается попытка провести оценку различных источников возбуждения сравнительно с тротильным зарядом, энергия 1 кг которого составляет 3800 кДж [1].

Несложные расчеты показывают, что один импульсный источник типа "Геотон" по воздействию на среду равен взрыву 80 г тротила или, оперируя привычными терминами, тротильный эквивалент одного "Геотона" равен около 80 г ВМ. Таким образом, если в условиях конкретной площади работ получение качественной сейсмической записи обеспечивали 5 кг тротила, то записи аналогичной интенсивности с невзрывным источником потребуют 62 "Геотона" однократно или 5 "Геотонов" по 12 накапливаний для каждого.

Проведем аналогичную оценку для виброисточников. Возьмем за основу вибратор СВ-120/250 ВИ, производства НИКЦИМ "Точмаш-прибор", г. Армавир, который может работать в импульсном и квазигармоническом режимах. При импульсном воздействии пиковое значение силы достигается не менее 120 кН и совершаемая работа (энергия) на пути в 1 м, равная 120 кДж. Указанная энергия эквивалентна энергии взрыва 32 г тротила. В геофизике принято, что импульсные источники характеризуются энергией воздействия, а вибрационные - силой воздействия на грунт.

Для оценки энергии виброисточника при квазигармоническом возбуждении обратимся к физическому понятию "импульс силы", которая определяется выражением $K=F \cdot T$, т.е., произведением приложенной силы на время ее воздействия.

Пиковое усилие одного вибратора СВ-120/250 ВИ равно 120 кН, а при воздействии на грунт в течение длительности свипа $T_{\text{свип}}$ импульс силы составит $K=F \cdot T/2$ и будет соответствовать, к примеру при 10 с, - 600 кН, что позволит совершить работу, равную 600 кДж, и в переходе к тротильному эквиваленту соответствует 160 г тротила. Можно определить, что группа из 5 вибраторов СВ 120/250 при длине свипа 10 с и 8 накапливаниях производит работу, эквивалентную взрыву 6,4 кг тротила и соответствует групповому приповерхностному источнику из 16 скважин и единичном заряде 0,4 кг в каждой скважине, что подтверждается практикой сейсмических исследований.

Для количественной оценки тротилового эквивалента пневмоисточника "Пульс-6С" воспользуемся следующими параметрами: давление в камере равно 14,0 МПа, объем камеры 1 дм³. Внутренняя запасенная энергия источника [4] составит: $U = 21$ кДж, что эквивалентно взрыву 5 г тротила, а используемая для одного возбуждения акустических колебаний энергия соответствует 1,5 - 2 г тротила.

В таблице 1 даны силовые параметры импульсных и вибрационных источников приведенные к тротильному эквиваленту. Базовые характеристики силы и работы источников составлены по данным работ [2, 3].

Несмотря на то, что сопоставление силовых характеристик источников с тротильным эквивалентом в целом не противоречат практике сейсмических работ, целесообразно провести относительную оценку по амплитудам отражен-

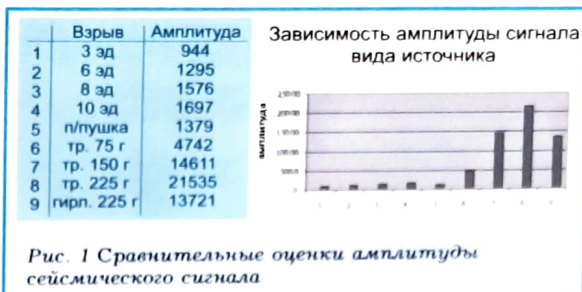


Рис. 1 Сравнительные оценки амплитуды сейсмического сигнала

ных волн на уровне целевых горизонтов и определить их соотношение.

Имеющийся в распоряжении ЗАОр "НП ЗИГ" материал позволяет провести сопоставление по следующим источникам: взрывной источник - пневмопушка; взрывной источник - виброисточник.

На рис. 1 представлены сравнительные оценки амплитуды сейсмического сигнала зарегистрированного при взрывах ВМ и пневмоисточника "Пульс-6С", диаметром 60 мм, $V = 1$ дм³, рабочим давлением 14,0 МПа. Сейсмический сигнал от пневмоисточника получен при 8 накапливаниях. Из сопоставления видно, что запись от пневмоисточника соответствует взрыву $= 7$ ЭД, т.е., 14 г тротила при 8 накапливаниях и 1,7 г при одном накапливании, что хорошо совпадает с расчетным значением тротилового эквивалента пневмопушки.

На рис. 2 представлены фрагменты сейсмического разреза ОГТ-60, полученные при взрывах заряда тротила массой 75 г и пневмопушки. Профиль отрабатывался на суше.

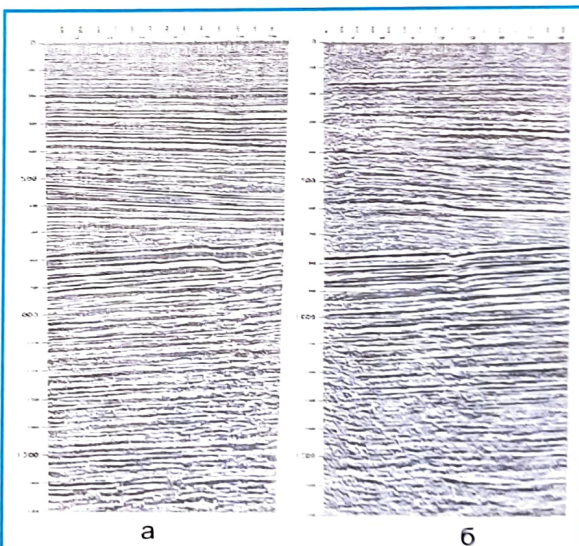


Рис. 2

а - взрывной источник $q=0,075$ кг

б - пневмоисточник "Пульс-6С", 8 накапливаний

Этот монтаж иллюстрирует возможности регистрации слабых сигналов современной аппаратурой и возможности их обработки с применением современных программ до получения сопоставимых результатов.

Для сравнительной визуальной оценки взрывных источников и виброисточников на рис. 3 А, Б представлены полевые сейсмограммы. Сравниваются сейсмозаписи от взрыва шпурового источника (А) с параметрами:

- количество шпуров в группе - 21;
- база группы - 60 м;
- величина единичного заряда - 0,2 кг;

ОБМЕН ОПЫТОМ





- весового суммарного заряда - 4,2 кг.
- глубина заложения заряда - 2 м.
- вид заряда - аммонит 6Ж.
- виброисточника (В) с параметрами:
- тип вибраторов - СВ 10/180.
- количество вибраторов в группе - 4 шт.
- база вибраторов - 60 м.
- количество накопителей - 10.
- длительность свип-сигнала - 13 с.

Параметры систем наблюдений и регистрации остаются одинаковыми при разных источниках возбуждения.

Волновые картины, естественно, отличаются. При взрывных источниках регистрируется динамически более выраженная запись, при которой целевые отражения имеют свою форму, отличную от иных составляющих волнового поля (отражение на $t = 1,0-1,4$). Однако, если оценивать интенсивность записей, то можно говорить о их тождественности, включая отражения от опорных и целевых горизонтов.

Приведем сравнительную оценку воздействия вибраторов. Пиковое усилие одного вибратора СВ-10/180 равно 10 тн или 100 кН. При длительности свип-сигнала 13 с, импульс силы составит $K = F \cdot T/2$ и будет соответствовать 650 кН, что позволяет совершать работу в 650 кДж, эквивалентную взрыву 170 г тротила. При воздействии 4-х вибраторов и 10 накопителей, работа виброисточников эквивалентна взрыву 6,8 кг ВВ. Сравнительная расчетная оценка энергоёмкости виброисточников, приведенная к ВВ, позволяет предполагать несколько завышенные значения параметров виброисточника. Вероятно, можно было бы использовать 6 нака-



Рис. 3 Сравнительная оценка вибро- и взрывных источников

пливаний вместо 10, или несколько уменьшить длительность генерации виброисточника.

Предлагаемый подход оценки силовых и энергетических характеристик большого набора разнородных источников сейсмических колебаний является единственным, но, по нашему мнению, он прост и доступен широкому кругу геофизиков-практиков.

Литература

1. Справочник взрывника. "Недра", 1988 - Москва.
2. Приборы и системы разведочной геофизики. № 1/2003 г. Саратов.
3. Шнеерсон М.Б. Теория и практика наземной невзрывной сейсморазведки. "Недра", 1998 - Москва.
4. Фейнмановские лекции по физике, т. 4. "Мир", 1967 - Москва.

ГЕОФИЗИКА-2005

Санкт-Петербургское отделение Евро-Азиатского геофизического общества совместно с Санкт-Петербургским государственным университетом и ФГУ НПП "Геологоразведка" при содействии МПР РФ, Минпромэнерго РФ, РАН, РАЕН, EAGE, SEG

проводит в Санкт-Петербурге 5-ю Международную научно-практическую геолого-геофизическую конференцию- конкурс молодых ученых и специалистов "ГЕОФИЗИКА-2005" 11-15 сентября 2005 г.

Приглашаем принять участие студентов, аспирантов, молодых специалистов в возрасте до 33 лет из профильных вузов России, стран ближнего и дальнего зарубежья, НИИ и предприятий МПР РФ, Минпромэнерго, РАН, коммерческих структур.

Программа конференции рассчитана на 5 дней и предусматривает:
 пленарные заседания,
 работу по секциям,
 проведение круглых столов,
 культурные мероприятия.

Тезисы участников конференции и полный текст докладов победителей конкурса будут опубликованы.

Для руководства секциями конференции, заседаниями круглых столов и семинаров приглашаем принять участие профессорско-преподавательский состав вузов, ведущих ученых РАН, РАЕН, специалистов крупнейших российских и зарубежных компаний.

Цели конференции:

- ♦ выявление творчески активной молодежи, способствующей развитию новых направлений геофизических (геохимических) исследований, их внедрению в практику геологоразведочного производства и работ по обеспечению экологической безопасности населения;
- ♦ формирование предложений по повышению квалификации молодых специалистов в области современных геолого-геофизических технологий, коммерциализации геофизической продукции в условиях рынка;
- ♦ оценка кадрового потенциала отрасли

Надеемся на базе "Геофизика-2005" с Вами вместе способствовать формированию контингента высококвалифицированных молодых специалистов-геофизиков по изучению физики Земли, ее недр, недропользования, экологической безопасности населения.

Будем рады видеть Вашу организацию в числе спонсоров конференции "Геофизика-2005".
 Размер спонсорской помощи составляет сумму от 3000 до 10000 у.е.

Оргкомитет
 "Геофизика-2005"

129019, Россия, Санкт-Петербург,
 ул. Фаянсовая, 20, СПО ЕАГО
 тел. (812) 567-76-11; 567-76-48
 факс: (812) 567-87-41; 567-76-48
 E-mail: geofizika2005@virg.ru