

Многоэлементный импульсный генератор сейсмических волн двойного назначения МИГ СВ

Ю.П.Бевзенко, ЗАО «Герус», С.И. Шулик ОАО НПФ «Сейсмические технологии», г. Тюмень

Мощные невзрывные генераторы сейсмических волн вибрационного и импульсного типов применяются в двух областях, связанных с разведкой и добычей нефти. Наиболее широкое применение они находят при поисках и разведке нефтяных месторождений, однако в последнее время, в связи с выходом очень многих нефтяных месторождений в завершающую фазу разработки, генераторы сейсмических волн начинают применять для интенсификации добычи и повышения нефтеотдачи пластов [1].

В сейсморазведке наиболее широкое применение имеют гидравлические вибраторы и импульсные генераторы электромагнитного типа («Енисей», «Геотон»).

Одной из основных проблем возбуждения сейсмических волн невзрывными генераторами на дневной поверхности является проблема согласования динамической нагрузки на грунт в процессе возбуждения волн с прочностью и упругими свойствами грунта.

Эта проблема удачно решена в вибрационных генераторах (сейсмических вибраторах), где за счет продолжительной вибрации плиты-излучателя с переменной частотой в грунт закачивается большая энергия при малых динамических нагрузках на грунт, что обеспечивает возбуждение волн с минимальными затратами энергии на неупругие деформации грунта. Восстановление импульсной формы сигнала осуществляется вычислением функции взаимной корреляции между колебаниями плиты-излучателя вибратора и зарегистрированными колебаниями грунта (получение кореллограммы).

Из широко применяемых импульсных генераторов сейсмических волн наилучшее согласование между нагрузками на грунт и прочностью грунта, обеспечивающее минимизацию затрат энергии импульса на неупругие деформации, достигается в генераторах электромагнитного типа «Енисей», «Геотон».

Как вибрационные, так и импульсные генераторы легко синхронизируются между собой, что позволяет существенно увеличить суммарную энергию сейсмических сигналов путем группирования большого количества

генераторов, например, известно группирование до 36 модулей типа «Геотон», с амплитудой силы воздействия каждого 20 тонн, в такой группе генераторов сила суммарного воздействия составляет 720 тонн.

В нефтяной сейсморазведке обычно группируют 3-4 сейсмических вибратора, обладающих толкающим усилием 20–30 тонн, что дает суммарный сигнал, возбуждаемый суммарным толкающим усилием 60–120 тонн.

Синхронная работа группы генераторов обеспечивает также создание произвольно направленных воздействий путем управления фронтами сейсмических волн.

Основной недостаток гидравлических вибраторов и электромагнитных импульсных генераторов, это большой общий вес генератора, приходящийся на единицу силы, направленной на возбуждение сейсмического сигнала. Так, вес генератора состоящего из двух модулей типа «Геотон» создающих удар силой 40 тонн равен 5 тонн, т.е. на каждую тонну силы ударного импульса приходится 125 кг веса установки. Группа из 36 модулей будет весить 90 тонн, что потребует существенных затрат на транспортировку и на материалы для изготовления генераторов.

Для обеспечения постоянного прилегания к грунту плиты-излучателя, общий вес вибратора должен быть не менее величины толкающего усилия. Таким образом, агрегат с толкающим усилием 20 тонн, должен иметь собственный вес не менее 20 тонн, при этом группа из 4-х вибраторов, создающая суммарное толкающее усилие 80 тонн, должна иметь собственный вес не менее 80 тонн.

Наиболее простыми по конструкции представляются импульсные генераторы сейсмических волн на основе падающего груза, однако бытует мнение, что этот тип генераторов обладает рядом недостатков, ограничивающих их применение. В качестве основных недостатков рассматривается низкочастотный нерегулируемый спектр возбуждаемых колебаний и проблема синхронизации группы генераторов.

Еще в 60-х годах прошлого столетия теоретически и экспериментально была доказана возможность расширения спектра возбуждаемых сигналов в область высоких частот [2], и существенного сокращения потерь энергии удара на неупругие деформации, однако осталась проблема увеличения энергии единичного импульса.

Дело в том, что площадь ударного элемента и энергия сейсмического импульса связаны прямой пропорциональностью, и для увеличения энергии сейсмического импульса необходимо пропорционально увеличивать площадь соударения ударного элемента с грунтом. Однако при увеличении площади ударного элемента неровности дневной поверхности

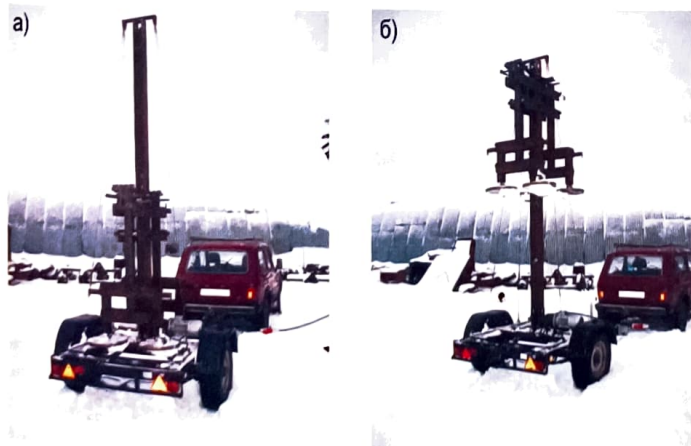


Рис. 1. Внешний вид опытно-промышленного образца четырехэлементного импульсного генератора сейсмических волн на основе падающего груза. а) в транспортном положении б) в момент начала падения ударного блока

ИМПУЛЬСНАЯ НЕВЗРЫВНАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

препятствуют полному прилеганию ударного элемента к грунту, вследствие чего увеличивается доля неупругих деформаций и снижается доля упругих.

Решение проблемы было найдено изобретением деформируемых ударных блоков, адаптирующихся по форме к случайным неровностям рельефа [3, 4].

Фактически этими изобретениями было положено начало созданию серии многоэлементных импульсных генераторов сейсмических волн (МИГ СВ) на основе падающего груза. В конструкции такого типа генераторов ударный блок (падающий груз) состоит из нескольких жестких элементов, связанных между собой посредством жестких балок и фрикционных шарниров. Каждый элемент в процессе каждого удара занимает положение плотного прилегания к неровной в целом и изменяющейся от удара к удару поверхности и сохраняет это положение до следующего удара. Таким образом, осуществляется согласование между площадью контакта ударного блока с грунтом и его собственной массой, а также обеспечивается синхронность воздействия группы жестких ударных элементов.

Выполненные сравнительные испытания двух созданных образцов многоэлементного генератора с импульсным электромагнитным генератором «Геотон» показали, что генератором на основе падающего груза общим весом 0,75 – 1,5 тонны осуществляется импульс силой 40 тонн, равный по силе импульсу двух модулей «Геотон», имеющих собственный вес 5 тонн, т.е. отношение общего веса генератора к силе генерируемого импульса в генераторе на основе падающего груза в 3-5 раз меньше.

На основе указанных изобретений появилась возможность создания генераторов большой мощности, имеющих относительно малый вес и обладающих возможностью регулирования спектра возбуждаемых сигналов.

Результаты испытаний опытно-методического макета и предполагаемые параметры первого опытно-промышленного образца были опубликованы в данном журнале №4 за 2006 год.

В настоящее время создан и проходит испытания указанный выше первый опытно-промышленный образец четырехэлементного импульсного генератора сейсмических волн (Рис. 1) на основе падающего груза, его технические параметры показаны в Табл.1. Проведен сравнительный анализ сейсмограмм, полученных на одном пикете опытно-методического макета и первого опытно-промышленного образца (рис. 2, 3). Результаты сравнения сейсмических эффектов, представленные в Табл. 2 и 3 показывают, что первый опытно-промышленный образец, имеющий собственный вес 0,8 тонны, создает сейсмические волны, мало отличающиеся от волновых полей первого экспериментального образца, имеющего вес 1,5 тонны, что позволяет считать удачным техническое решение по созданию генераторов сейсмических волн с деформирующимся ударным блоком. Показан временной разрез ОГТ, полученный опытно-промышленным образцом в окрестности г.Тюмень (Рис. 4).

Описанные выше образцы многоэлементных сейсмических генераторов предназначены для малоуглубинной сейсморазведки. Целью их создания и применения является также выработка конструктивных решений для многоэлементного импульсного генератора сейсмических волн двойного назначения, одно из которых – сейсмические работы по поиску и разведке нефтяных месторождений, а второе – работы по возбуждению нефтеносных пластов для повышения производительности эксплуатационных скважин и

Таблица 1 Технические параметры четырехэлементного МИГ СВ (для малоуглубинной сейсморазведки)

1	Длина (с дышлом прицепа)	4 м
2	Ширина	1,6
3	Высота в рабочем положении	4 м
4	Высота при транспортировке по дорогам общего пользования	2,95
5	Общая масса вместе с прицепом	не более 0,8 т
6	Масса ударной части	0,25 – 0,5 т
7	Высота падения ударной части	2,4 м
8	Потенциальная энергия ударной части	600-1200 кДж
9	Длительность положительной фазы возбуждения импульса	0,012 с
10	Ориентировочная сила удара	25-50 т

Таблица 2. Сопоставление сейсмического эффекта от макета (источник 1), четырехэлементного опытного образца МИГ СВ (источник 2). Окно для анализа 166 мс – 830 мс, 37 каналов. После нормирования, без выравнивания частотного спектра

№	Сейсмические параметры	Источник 1 / Источник 2
1	Частота максимума спектра	37,6 Гц / 32,2 Гц =1,16
2	Преобладающая частота	39,0 Гц / 41,2 Гц =0,94
3	Эффективная ширина спектра, (ЭШС)	9,0 Гц / 15,2 Гц =0,59
4	Энергетическое отношение сигнал/помеха (ЭОСП)	- 9,31 / 6,28=1,48
5	ЭШС*ЭОСП	0,873
6	1/ЭШС*ЭОСП	1,145

Таблица 3. Сопоставление сейсмического эффекта от макета (источник 1), четырехэлементного опытного образца МИГ СВ (источник 2). Окно для анализа 166 мс – 830 мс, 37 каналов. После нормирования и выравнивания спектра в диапазоне 10-80 Гц

№	Сейсмические параметры	Источник 1 / Источник 2
1	Частота максимума спектра	60,1 Гц / 31,3 Гц =1,92
2	Преобладающая частота	48,0 Гц / 47,0 Гц =1,02
3	Эффективная ширина спектра, (ЭШС)	17,8 Гц / 24,7 Гц =0,72
4	Энергетическое отношение сигнал/помеха (ЭОСП)	- 12,94 Гц / 6,97 Гц =1,85
5	ЭШС*ЭОСП	1,332
6	1/ЭШС*ЭОСП	0,750

для повышения нефтеотдачи пластов, разрабатываемых методами заводнения.

Нами разрабатывается проект многоэлементного импульсного генератора сейсмических волн на основе падающего груза, обладающего силой удара не менее 500 тонн, при площади соударения 12 м², распределенной между 24 жесткими ударными блоками. Общий вес генератора составит не более 15 тонн, т.е. на каждую тонну создаваемого ударного импульса будет приходиться 30 кг собственного веса.

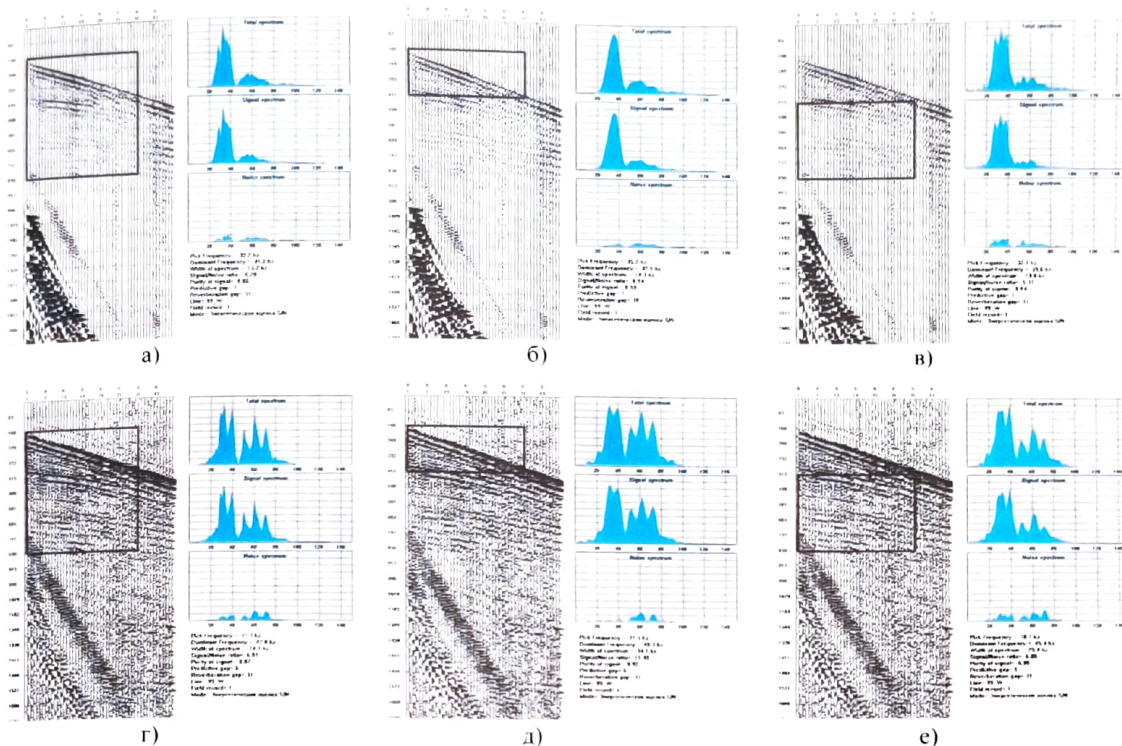
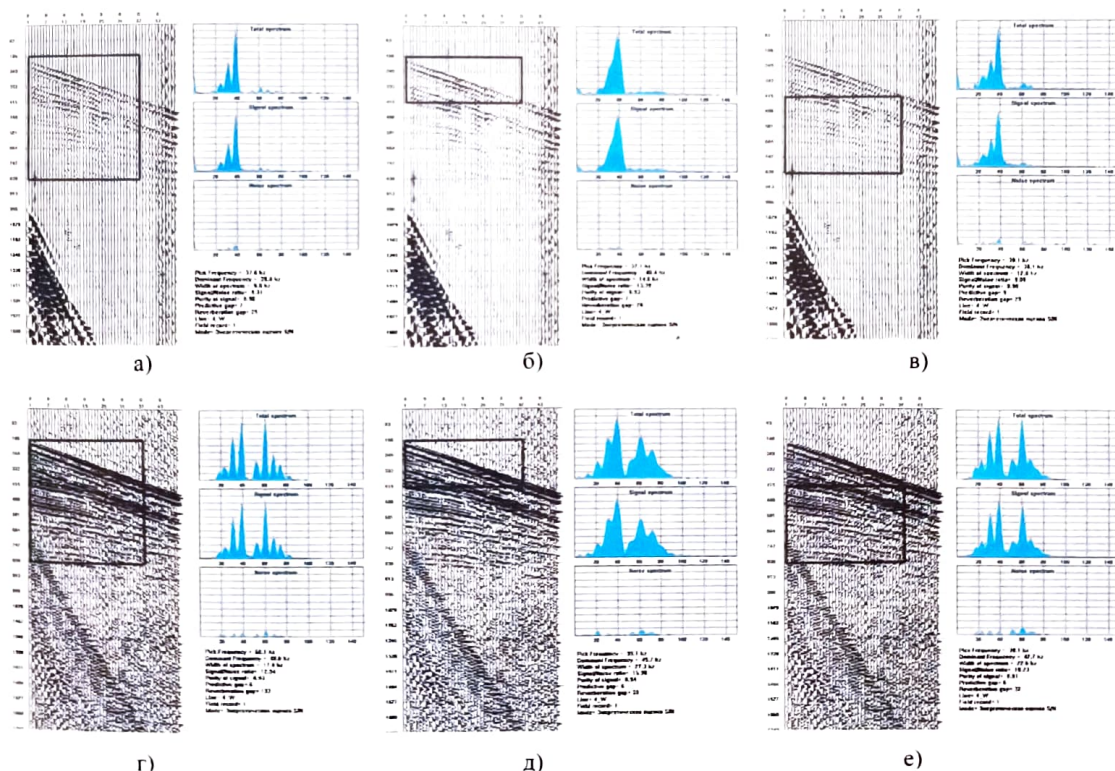


Рис. 2. Сейсмограмма полученная опытно-методическим макетом импульсного генератора сейсмических волн (а,б,в) - после нормирования без выравнивания частотного спектра (г,д,е) - после нормирования с выравниванием частотного спектра от 10 до 80 Гц



(а,б,в) - после нормирования, без выравнивания частотного спектра, (г,д,е) - после нормирования с выравниванием частотного спектра от 10 до 80 Гц.

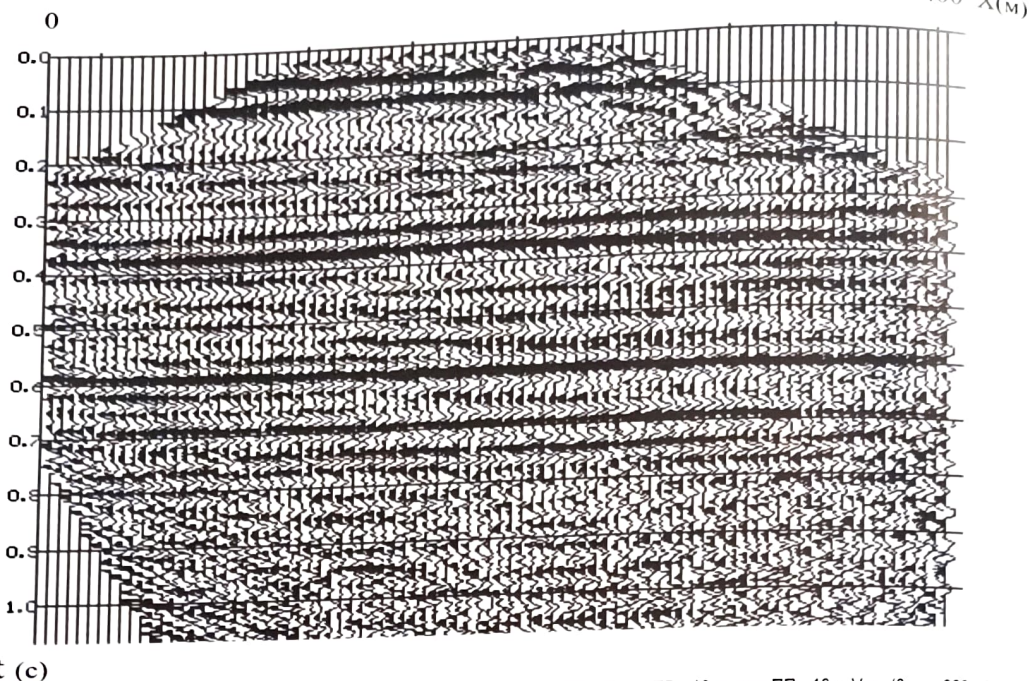
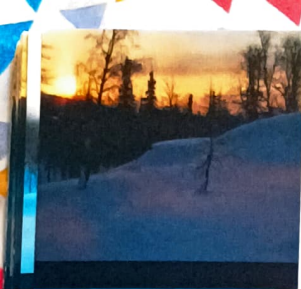
По техническим характеристикам разрабатываемый генератор должен быть эквивалентен 25 модулям источника «Геотон» при собственном весе в 4 раза меньшем.

Выводы и предложения

1. Созданием деформируемого ударного блока начата разработка многоэлементных импульсных генераторов сейсмических волн большой мощности с регулируемым спектром возбуждаемых волн.

2. Многоэлементные импульсные генераторы сейсмических волн имеют более выгодное для производства полевых работ соотношение между собственным весом и силой удара по грунту.

3. Относительно низкая стоимость производства и эксплуатации разрабатываемых генераторов позволяют предложить геофизическим и нефтяным компаниям принять участие в разработке и постановке на производство многоэлементных



t (с)

Рис. 4. Временной разрез ОГТ (запись и воспроизведение на открытом канале) шаг ПВ - 10 м, шаг ПП - 10м, Volt (0 мс - 900 м/с, 3000 мс - 2200 м/с)

тных импульсных генераторов сейсмических волн на основе падающего груза.

Литература:

1.Ляхов А.А., Бескопыйный В.В., Демьяненко Н.А. и др., Использование наземных вибросейсмических источников для воздействия на пласт в условиях восточной части Припятского

прогиба. «Технологии сейсмической разведки» №2, 2006, стр. 60-63.

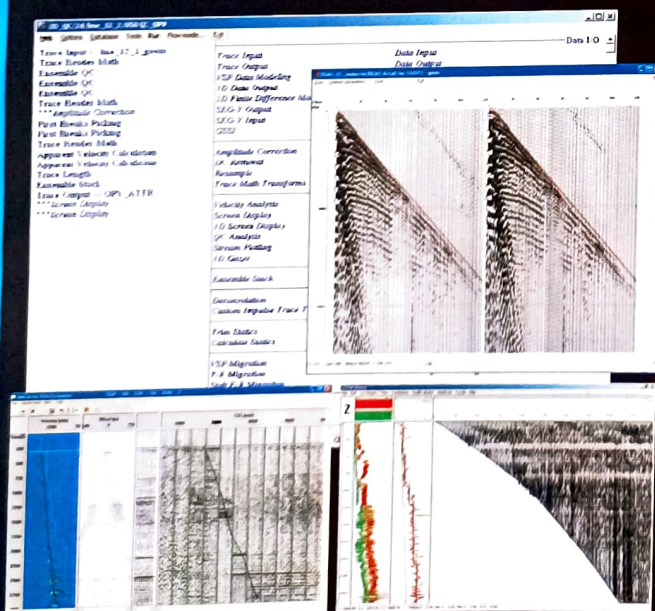
2. Бевзенко Ю.П. «Методика сейсморазведочных работ на севере Тюменской области с применением невзрывных источников возбуждения. «Разведочная геофизика СССР на рубеже 70-х годов. Недра, 1974, стр. 82-85.

3.Бевзенко Ю.П. Устройство для возбуждения сейсмических волн. Патент РФ на изобретение №2179324. кл. G01V1/147/2002г.

4.Бевзенко Ю.П. Источник сейсмических волн. Патент на полезную модель №44396. кл. G01V1/147. 2004г.

Программа для обработки и контроля качества сейсмических данных

RadExPro Plus



⇒ Контроль качества и полевая обработка данных 2D/3D сейсморазведки

- Количественный анализ атрибутов качества сейсмических данных
- Контроль геометрии по первым вступлениям
- Полевая обработка данных

⇒ Обработка данных ВСП

- Потрассная обработка с учетом специфики ВСП
- Разделение волновых полей
- Интерактивная интерпретация и построение скоростной модели
- Миграция и ВСП-ОГТ преобразование
- Решение прямой задачи ВСП

⇒ Обработка данных инженерной сейсморазведки

- Обработка данных инженерной сейсморазведки ОГТ
- Обработка данных МПВ

www.radexpro.ru

E-mail: sales@radexpro.ru
Тел./Факс: (+7 495) 930 84 14

ООО "Деко-геофизика"
Научный парк МГУ, Ленинские горы 1-77
119992 Москва, РОССИЯ

