



Пневматический источник сейсмических сигналов «Малыш»

Бадиков Н.В., Москаленко Ю.А., Бадиков А.Н., ООО «Пuls» г.Геленджик, Гуленко В.И. КубГУ г.Краснодар.

В последние годы большой объем сейсморазведочных работ по поиску углеводородов связан с мелководными до 1,5–2,0 метров зонами акваторий.

Решение геологических задач, связанных с изучением верхней части разреза и глубоких горизонтов определяются качеством излучаемого сигнала.

Использование стандартных пневматических излучателей в таком водном слое не всегда оправдано из-за того, что значительная часть излучаемой энергии расходуется на неупругие деформации грунта, из-за близости дна и потери энергии, из-за близости границы вода–воздух. В этом случае целесообразно использование малообъемных излучателей, имеющих высокую степень синхронизации, источников, работающих в слое воды до 2-х метров, которые позволяют формировать излучение упругого сигнала с наперед заданными свойствами, для решения тех или иных геологических задач.

В ООО «ПУЛЬС» разработан пневматический источник под названием «Малыш» с техническими характеристиками указанными в Табл.1.

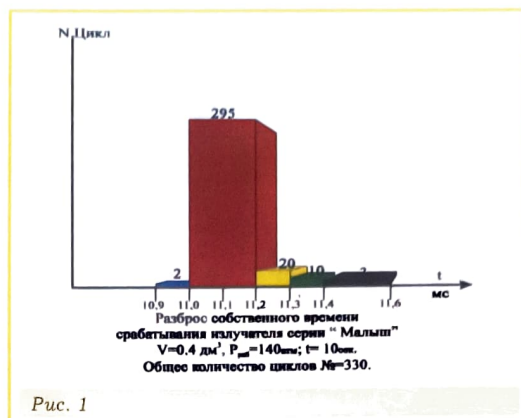


Рис. 1

Данные приведены на рис. 1 и 2.

Запись излучаемых источником сигналов производилась по программе В.И. Гуленко «Импульс» [2].

Глубина моря в районе эксперимента составляла не менее 500 м. Регистрация сигналов проводилась одновременно в ближней и дальней зонах.

В ближней зоне (БЗ) гидрофон располагался на удалении около 1 м от ближайшего излучателя группы (кластера). Принимаемый им сигнал использовался для синхронизации апуска регистрирующей аппаратуры, а также для определения момента начала излучения при измерении дистанции до гидрофона в дальней зоне по времени пробега волны со скоростью $c=1500$ м/с.

В дальней зоне (ДЗ) регистрировался сформировавшийся сигнал источника. При этом расстояние r от источника до приемника ДЗ и положение его в пространстве выбирались так, чтобы разница между показателями расхождения прямой волны ($1/r$) и волны-спутника т.е. волны, отраженной от поверхности воды ($1/(r+2\cos\alpha)$), была минимальна. Здесь α – угол отклонения гидрофона ДЗ от вертикали, проходящей через середину группы).

В этой связи удаление гидрофона ДЗ от группы составляло около 80 м. При этом с помощью дополнительного груза угол отклонения гидрофона от вертикали, проходящей через середину источника, удерживался в пределах не более 20° . В результате смещение первых минимумов интерференционных характеристик заглубления $f_{\min}$ (где $f_{\min}=750/(R\cos\alpha)$) составляло не более 10% (до 35 Гц при $R=2$ м).

В процессе регистрации акустических сигналов осуществлялось автоматическое занесение их в базу данных на диске РС. Все параметры регистрирующей системы, а также основные сведения об условиях проведения эксперимента заносились в этикетку каждого зарегистрированного сигнала.

Последующая обработка сигналов производится в режиме их просмотра по полному стандартному графу той же программой IMPULS.EXE и предусматривает выполнение следующих процедур:

перевод зарегистрированных сигналов в

Таблица 1.

Объем, дм³	Длина, мм	Максимальный диаметр, мм	Масса, кг.
0,2	340	110	$16 \pm 0,5$
0,4	340	110	$15,5 \pm 0,5$
0,6	340	110	$15 \pm 0,5$
0,8	370	110	$18 \pm 0,5$

Показатели назначения приведены в Табл. 2. Излучатель полностью уравновешен, имеет обратную связь. На конструкцию источника получен патент на полезную модель №51237 «Пневматический источник сейсмических сигналов «Малыш»» [1].

Работоспособность источника проверялась в водоеме с глубиной воды до 0,8 м. Рабочее давление составляло 14,0 МПа. При работе источника в воде образовывалась взвесь ила, глины, песка. В таких условиях источник парабол 11207 циклов.

Оценка разброса срабатывания источника производилась по показаниям стойки управления Астра5М и записи на цифровой осциллограф вертикального времени срабатывания с датчика СВ-10, установленного в 1 м от источника.

Таблица 2. Показатели назначения источников «Малыш»

Объем, дм³	Амплитуда волны давления впересчете на 1 м от выхлопа при $h=0,5$ м, бар/м	Точность синхронизации, мс	Минимальное время срабатывания, с
0,2	1,1	$\pm 0,3$	$3 \pm 0,1$
0,4	1,4	$\pm 0,3$	$3 \pm 0,1$
0,6	1,6	$\pm 0,3$	$3 \pm 0,1$
0,8	1,8	$\pm 0,3$	$3 \pm 0,1$

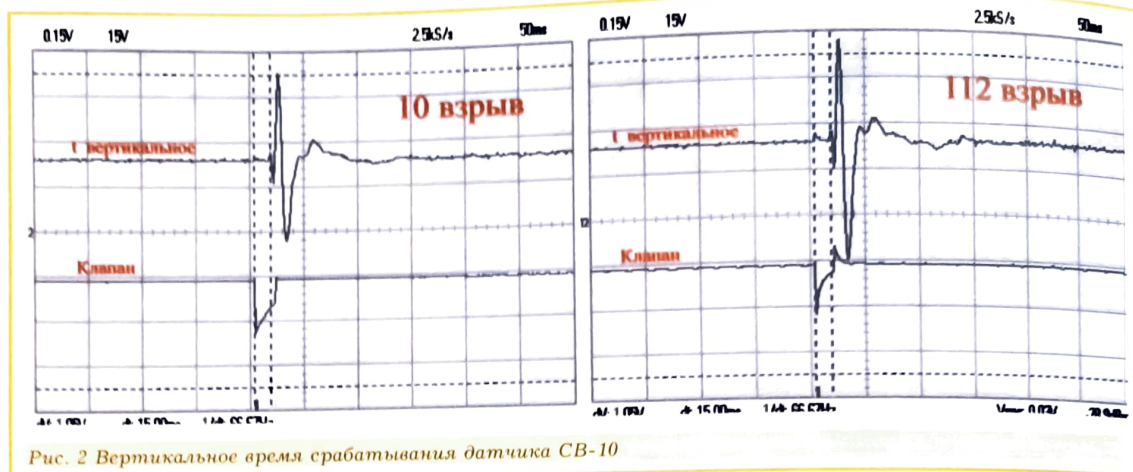


Рис. 2 Вертикальное время срабатывания датчика СВ-10

единицы давления [бар·м] с акустическим пересчетом к удалению 1 м и подавлением тренда;

- расчет и визуализация амплитудных спектров;

- расчет интегральных функций распределения энергии (в дальней зоне плотности потока акустической энергии на 1 м) по времени и по частоте.

Рассчитываются и другие локальные и интегральные характеристики, основными из которых являются:

P_{max} - максимальная амплитуда сигнала, бар·м;

E_{ac} - полная акустическая энергия сигнала (в кДж), если сигнал зарегистрирован в ближней зоне, или плотность потока акустической энергии сигнала (в кДж/м² на 1 м), если сигнал зарегистрирован в дальней зоне;

T_{5-95} - эффективная длительность сигнала по уровням 5-95% энергии, мс;

S_{max} - максимальная амплитуда спектра Па·м·с;

$F_{10\%}$ - нижняя граничная частота спектра, Гц;

$F_{90\%}$ - верхняя граничная частота спектра, Гц;

E_{5-20} - доля энергии (плотности потока

энергии) сигнала в полосе частот 5-20 Гц, %;

E_{15-60} - доля энергии (плотность потока энергии) сигнала в полосе частот 15-60 Гц, %;

E_{20-80} - доля энергии (плотность потока энергии) сигнала в полосе частот 20-80 Гц, %;

E_{0-125} - доля энергии (плотность потока энергии) сигнала в полосе частот 0-125 Гц, %.

Более подробно алгоритмы обработки акустических сигналов рассмотрены в работах [3-5] и соответствуют рекомендованным в стандарте SEG [6].

Результатом этих исследований стало определение основных зависимостей амплитудных, временных и частотных характеристик излучаемых акустических сигналов от условий возбуждения и параметров конструкций для всего ряда исследуемых источников. Полученные характеристики и зарегистрированные сигналы могут быть использованы при выборе конфигураций неоднородных пневматических групп широко применяемых в морской сейсморазведке.

Характерные излучаемые сигналы в пересчете на 1 м от выхлопа при глубине погружения 0.5 и 1.5 метра для источника «Малыш» объемом 0.4 и 0.6 дм³ приведены на рис.3.

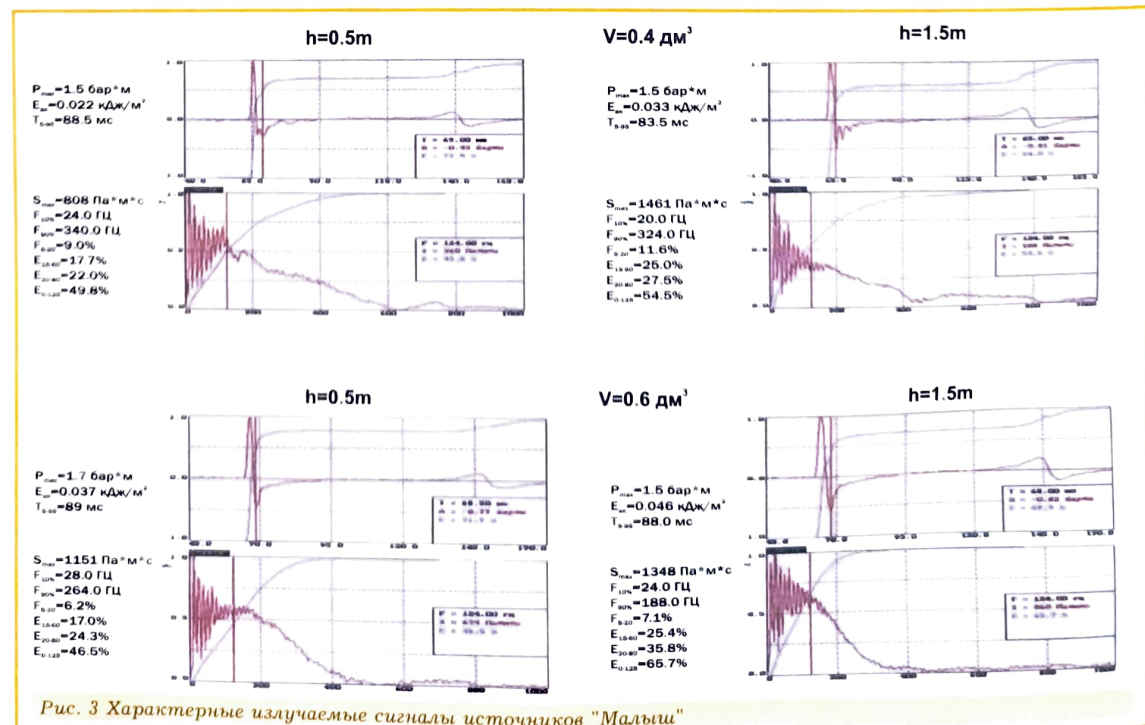


Рис. 3 Характерные излучаемые сигналы источников «Малыш»

Графики изменения амплитуды сигнала при погружении 0.5 м излучателей с объемами 0.4 и 0.6 дм³ показаны на рис 4

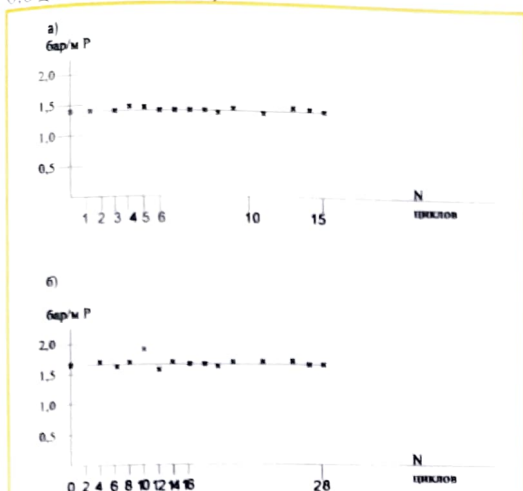


Рис. 4 Стабильность источников при погружениях 0.5 м

Из анализа полученных материалов, учитывая высокую повторяемость излучаемого сигнала при глубине погружения 0.5 м, его широкополосность (до 200 Гц), устойчивую работу в «грязной» среде, целесообразно использовать источник «Малыш» в небольших

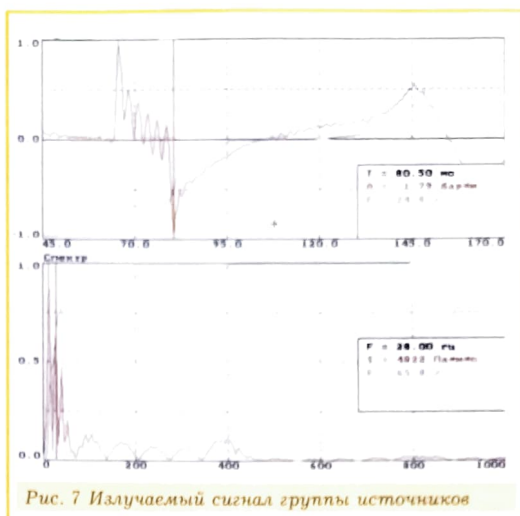


Рис. 7 Излучаемый сигнал группы источников

упругого сейсмического волнового поля. Рис. 7

Из всего сказанного можно сделать вывод, что источник «Малыш» обладает достаточно высокочастотным сигналом, имеет высокую повторяемость амплитуды сигнала, устойчиво работает в «грязной» среде, имеет высокую точность срабатывания, малые габариты, вес и полностью уравновешенную конструкцию при срабатывании.

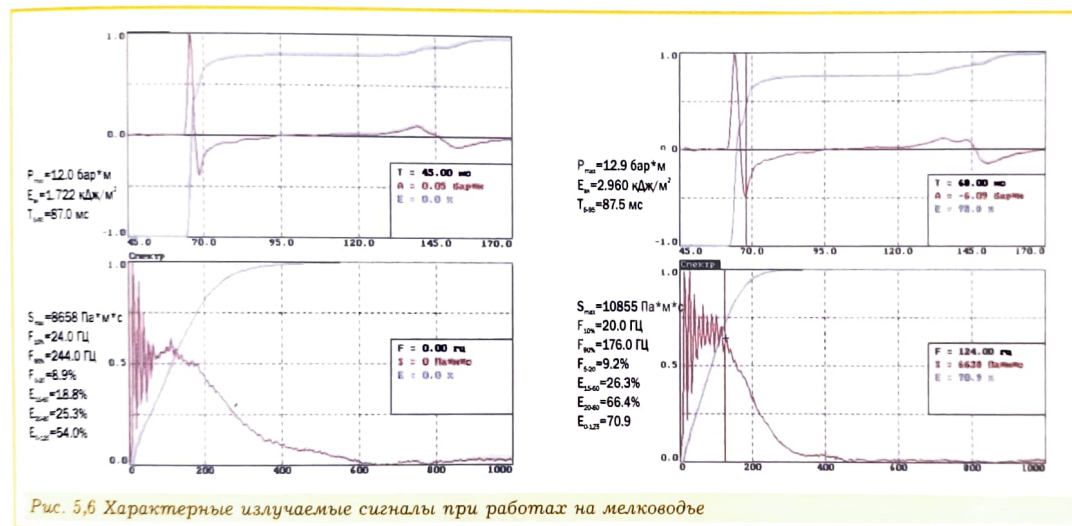


Рис. 5,6 Характерные излучаемые сигналы при работах на мелководье

компактных группах, при ведении работ ВСП в районах Сибири и Крайнего Севера, а также групповых источников суммарным объемом от 300 до 330 л в одной линии при сейсморазведочных работах на мелководье.

Характерные излучаемые сигналы приведены на рис 5 и 6.

Используя способ возбуждения упругого сигнала, изложенного в патенте на полезную модель (Заявка №2006104603/22 (004986) от 14.02.06г. «Сейсморазведочная установка для транзитных зон» [7]), возможно производить сейсморазведочные работы с источниками «Малыш» в групповом варианте, работающими по закону, изложенному в заявке. Излучаемый суммарный сигнал получается близким к сигналу вибратора, энергия излучения сосредотачивается в необходимом диапазоне частот согласно тому или иному геологическому заданию, что приводит к увеличению глубинности исследований без дополнительных технических средств излучения

Литература

1. Бадиков Н.В., Москаленко Ю.А., Патент на полезную модель РФ №51237 Пневматический источник сейсмических сигналов «Малыш».
2. Гуленко В.И. Отчет об испытаниях морских сейсмических источников на НИС «Янтарь», 2005 г.
3. Гуленко В.И. Пневматические источники упругих волн для морской сейсморазведки. Монография. Краснодар, КубГУ - 313с.
4. Гуленко В.И., Карпенко В.Д., Шлыков В.А. Теоретическое и экспериментальное исследование пневматических излучателей для морской сейсморазведки. Изв. Вузов Сев.- Кавк. регион. Техн. науки 2002, №3.
5. Тюхалов В.И., Гуленко В.И., Ежов В.А., Якуш Е.Ю. Разработка системы возбуждения на базе излучателей нормального ряда «Сигнал» для морской нефтегазовой сейсморазведки. Отчет по теме 58-84 (в 2-х частях). - Краснодар, 1986, 336с. № гос. рег. 01.86.0134207
6. Johnston R.C., Reed D.H., Special report on the SEG Technical Standards Committee. SEG Standard Special specifying marine seismic sources, Geophysics 1988 Vol. 53 №4 p.p 566-575
7. Бадиков Н.В. и др. Патент РФ на полезную модель №2006104603/22 (004986) от 14.02.06г. Сейсморазведочная установка для транзитных зон.