

Пневматический источник упругих волн для сейсморазведки на мелком море и в транзитных зонах

- Гуленко В.И., Захарченко Е.И., Кафедра геологии и геофизики КубГУ, г. Краснодар.
- Бадиков А.Н., ООО «ПУЛЬС», г. Геленджик.

Проведение сейсморазведочных работ в транзитных зонах и зонах предельного мелководья является одной из наиболее сложных задач морской сейсморазведки. Основными трудностями, с которыми обычно сталкиваются сейсморазведочные партии при выполнении работ в этих условиях – это отсутствие необходимых транспортных и технических средств, которые позволяли бы обеспечивать высокую производительность работ и приемлемое качество материала.

Невозможность использования аппаратуры, разработанной именно для морских или сухопутных работ, также является одной из главных проблем при разработке эффективных технологий сейсморазведочных работ на предельном мелководье. Однако, несмотря на все трудности, сейсморазведочные работы в транзитных зонах в настоящее время проводятся весьма активно и объемы их постоянно растут. Причина этого роста обусловлена необходимостью увязки морских и сухопутных профилей, а также стратиграфической привязки отражающих горизонтов к скважинам на суше, которые в море часто отсутствуют.

Решение подобных геологических задач предполагает дальнейшее совершенствование всего аппаратурно-методического комплекса и создание новых, более эффективных технических средств и технологий, предназначенных для работы именно в специфических условиях предельного мелководья и транзитных зон.

Наряду с использованием соответствующих приемно-регистрирующих

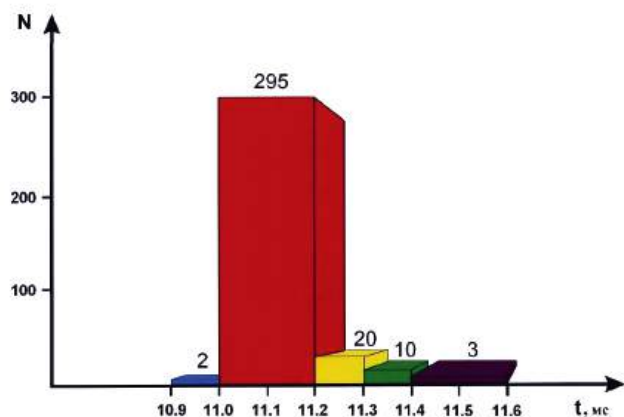
устройств, дальнейшее повышение эффективности морской сейсморазведки в условиях мелкого моря требует и обязательного применения достаточно мощных источников, возбуждающих более высокочастотные и широкополосные сигналы, не осложненные пульсациями газового пузыря, что обычно достигается применением сложных линейных или площадных неоднородных пневматических групп, содержащих в своем составе десятки малообъемных пневматических излучателей, объединенных в ряд подгрупп (кластеров) [3].

Из российских источников, предназначенных для возбуждения сейсмических сигналов в условиях мелкого моря, наиболее известными являются источники «Малыш», разработанные в ООО «Пульс» (г. Геленджик) – рис.1.

Источник выпускается в двух модификациях со сменными рабочими объемами: 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1.0 дм³ (соотве-

▼ Рис. 1. Пневматические излучатели «Малыш» для сейсморазведки в условиях мелководья.



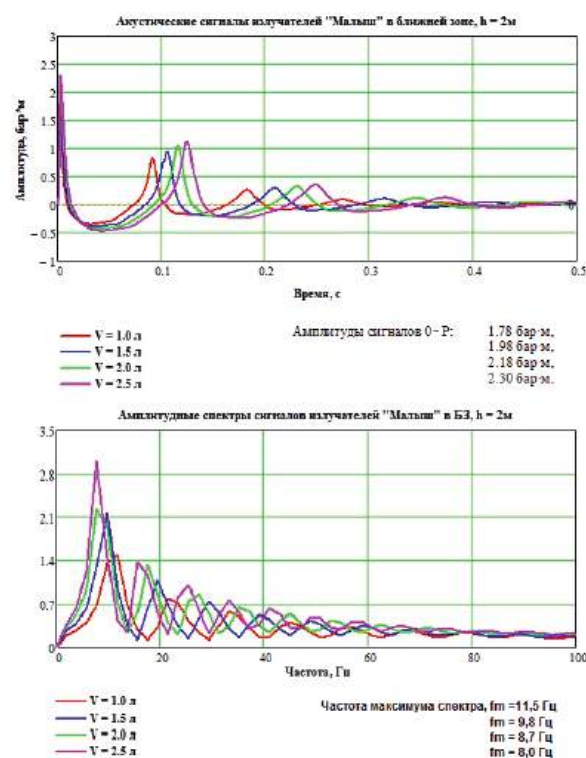


▲ Рис. 2. Гистограмма времен срабатывания излучателя «Малыш» (Объем камеры 0.4 дм^3 , давление воздуха 14 МПа, общее количество циклов $N = 330$).

тственно, 12; 24; 37; 49 и 61 in^3) и 1.0; 1.2; 1.5; 2.0 и 2.5 дм^3 (61; 73; 92; 122; 153 in^3). Конструктивно источник «Малыш» защищен от попадания абразивных частиц внутрь камеры, при выхлопе сжатого воздуха полностью уравновешен, имеет обратную связь – датчик момента срабатывания и отличается высокой стабильностью в работе: разброс времен срабатывания не более $\pm 0,15 \text{ мс}$ – рис.2.

Источник прошел полный цикл лабораторных и полигонных испытаний, показал хорошие эксплуатационные и акустические характеристики, а также высокие показатели надежности. Так, при наработке на отказ в условиях обычной для мелководья взвеси песка и ила в количестве 11000 циклов отказов в работе источников не наблюдалось¹.

Регистрация акустических сигналов, возбуждаемых одиночными излучателями «Малыш», была выполнена на глубоком море с использованием регистрирующего комплекса «Импульс» [2]. При рабочем давлении сжатого воздуха



▲ Рис. 3. Акустические сигналы в ближней зоне и амплитудные спектры сигналов излучателей «Малыш» объемом 1.0, 1.5, 2.0 и 2.5 дм^3 . Рабочее давление $P = 14 \text{ МПа}$, глубина погружения $h = 2.0 \text{ м}$.

$P=14.0 \text{ МПа}$ глубина погружения излучателей составляла от 0.5 до 3.0 метров. Выполнены обработка зарегистрированных сигналов и их анализ. На рис.3 приведены зарегистрированные акустические сигналы в ближней зоне и их амплитудные спектры для излучателей объемом 1.0, 1.5, 2.0 и 2.5 дм^3 при глубине погружения 2.0 м.

Как следует из рис.3, представленные выше сигналы осложнены значительными пульсациями воздушного пузыря, эффективное подавление которых может быть достигнуто с помощью группирования излучателей. С использованием полученной в эксперименте библиотеки сигналов отдельных излучателей «Ма-

¹ На источник сейсмических сигналов «Малыш» получены патент на полезную модель за №51237 от 07.11.2005г. [4], а также сертификат соответствия № 07 007 00 30 от 17.07.07г.

Пневмоисточник изготавливает ООО «Пульс»: 353461, г. Геленджик, Краснодарского края, ул. Красногвардейская, 38, офис 509, телефон/факс 8(86141) 5-41-73. Пример записи при заказе: Источники сейсмических сигналов пневматические «Малыш» СРТИ 306569001ТУ.

Количество излучателей в группе	Глубина погружения группы, м	Суммарный объем группы, дм^3	Амплитуда сигнала (0 to pick), бар·м	Амплитуда сигнала (pick to pick), бар·м	Степень гашения пульсаций, P/B
8 (1 линия)	2.0	10.0	15,2	23,3	28.6
16 (2 линии)	2.0	2×10.0	30,5	49,4	29,2
7 (3+2+2)	1.0	4.4	9,8	12,7	36.7
7 (3+2+2)	2.0	4.4	11,0	17,4	29,2
4 (2+2)	0.5	2.6	5,3	6,4	43.3
4 (2+2)	1.5	2.6	7,6	10,4	30,5

▲ Табл. 1. Акустические характеристики групп на основе излучателей «Малыш».

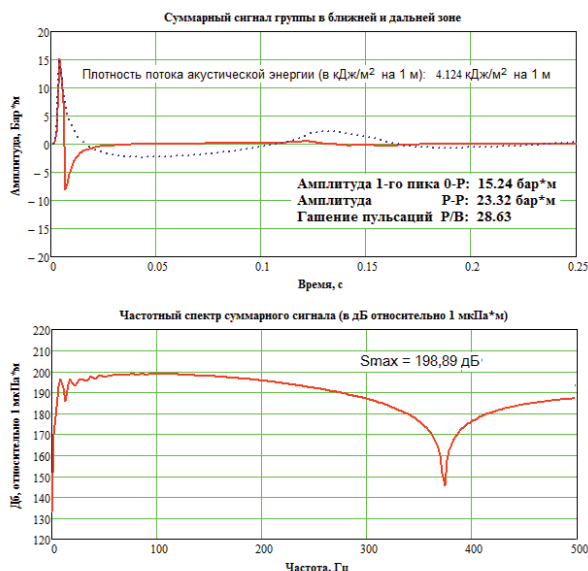
лыш» и кластеров, составленных на их основе, в соответствии с методикой, описанной в работе [3], были выполнены расчеты синтетических сигналов для разных вариантов линейных и площадных пневматических групп на основе излучателей этого типа. Основные результаты расчетов акустических характеристик некоторых групп приведены в табл. 1. и на рис. 4 и 5.

В зависимости от конкретных сейсмо-геологических условий возбуждение упругих колебаний на мелководье может осуществляться разными вариантами

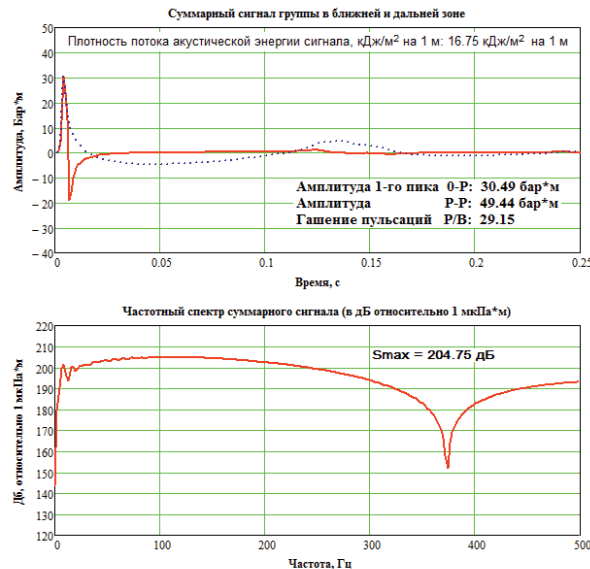
источников:

1). В условиях мелкого моря с глубиной свыше 2.5 – 3.0 м в качестве взрывпункта может использоваться мелкосидящее судно (с осадкой до 2 м) с обычным размещением одной или двух линейных пневматических групп, буксируемых за кормой. На судне-взрывпункте кроме необходимой навигационной аппаратуры должны быть также установлены компрессор, ресиверные баллоны, пневмораспределительный пульт, а также ССВ, радиостанция и контроллер пневматических источников.

▼ Рис. 4. Расчетные акустические характеристики линейной группы из 8 излучателей «Малыш» общим объемом 10.0 дм^3 (три кластера: $((2 \times 1.0 + 1.2) + (2 \times 1.2 + 2.0) + (2 \times 1.2)) \text{ дм}^3$) на базе 7.0 м. $P = 14 \text{ МПа}$, $h = 2.0 \text{ м}$.



▼ Рис. 5. Расчетные акустические характеристики площадной группы из 16 излучателей «Малыш» общим объемом $2 \times 10.0 \text{ дм}^3$ (шесть кластеров: $2 \times ((2 \times 1.0 + 1.2) + (2 \times 1.2 + 2.0) + (2 \times 1.2)) \text{ дм}^3$) на базе 7.0 м. $P = 14 \text{ МПа}$, $h = 2.0 \text{ м}$.



В качестве примера на рис.4 и в табл.1 представлены расчетные акустические характеристики линейной группы из 8 излучателей «Малыш» общим объемом 10.0 дм^3 (в одной линии три кластера: $((2 \times 1.0 + 1.2) + (2 \times 1.2 + 2.0) + (2 \times 1.2)) \text{ дм}^3$ на базе около 7.0 м. Основные параметры сигналов площадной группы, содержащей две такие же линии (16 излучателей «Малыш» на базе $7.0 \times 5.0 \text{ м}$ общим объемом 20.0 дм^3 при глубине погружения 2.0 м), приведены на рис.5, а также в табл.1.

2). В условиях предельного мелководья в интервале глубин моря от 0.5 – 0.6 м до 2.5 – 3.0 м для возбуждения упругих волн могут быть использованы небольшие линейные или площадные группы из 5 – 7 пневматических излучателей «Малыш» с общим объемом рабочих камер 4 – 6 дм^3 , при рабочем давлении до 14 МПа. При этом взрывпункт часто располагается на специально оборудованном понтоне с небольшой осадкой 0.3 – 0.4 м, на котором, кроме навигационного оборудования, устанавливают компрессор, ресиверные баллоны, пневмораспределительный пульт на 7 – 10 магистралей, а также рубка, в которой располагаются ССВ, радиостанция и контроллер пневматических источников. Такой понтон приводится в движение двумя мощными подвесными моторами и может буксировать носитель пневмоисточников плот-катамаран на глубинах до 0.5 – 0.7 м. Конструкция понтона обеспечивает линейное или площадное группирование излучателей «Малыш» (1 – 2 линии) и с использованием установленных на нем ручных лебедок позволяет оперативно менять глубину их буксировки в зависимости от глубины моря и рельефа дна – рис.6.

Расчетные акустические характеристики линейной группы из 7 излучателей



▲ Рис. 6. Подготовка подгруппы излучателей «Малыш» к работе на профиле.

«Малыш» общим объемом 4.4 дм^3 (три кластера: $3 \times 0.8 + 2 \times 0.6 + 2 \times 0.4 \text{ дм}^3$) на базе около 7.0 м при глубине погружения 1 м и 2 м также представлены в таблице.

3). В транзитных зонах с глубиной моря от 0.5 – 0.6 м и до уреза воды возбуждение упругих волн может осуществляться группой из 4 – 5 пневматических излучателей «Малыш» с общим объемом 2 – 3 дм^3 при рабочем давлении до 14 МПа, подвешенных на раме и опускаемых на дно водоема с помощью поворотной кран-балки, установленной на борту амфибийного транспортного средства (вездеход, плавающий гусеничный транспортер и т.п.). Там же могут находиться ресиверные баллоны с запасом сжатого воздуха, пневмораспределительный пульт, а также ССВ, радиостанция и контроллер. В этих условиях работа обычно производится в режиме накопления.

Расчетные акустические характеристики компактной линейной группы из 4 излучателей «Малыш» общим объемом

2.6 дм³ (два кластера: 2х0.8 + (0.6 +0.4) дм3) на базе около 3.0 м при глубине погружения 0.5 м и 1.5 м приведены также в табл.1.

Литература

1. Гуленко В.И. Пневматические источники упругих волн для морской сейсморазведки: Монография. Краснодар. КубГУ, 2003, 313 с.

2. Гуленко В.И., Бадиков Н.В., Шумский Б.В. Аппаратура и методика регистрации акустических сигналов морских сейсмических источников // Приборы и системы разведочной геофизики – Ежеквартальное официальное издание Саратовского отделения ЕАГО. 2006, № 3, с.40 –42.

3. Гуленко В.И. Группирование пневматических источников для морской сейсморазведки: монография / В.И. Гуленко, Е.И. Захарченко, А.Н. Бадиков; Краснодар: Кубанский гос. университет, 2022 – 143 с.

4. Пневматический источник сейсмических сигналов «Малыш»: Патент на полезную модель № 51237. Приоритет от 07.11. 2005 г. Патентообладатель ООО «Пульс» (RU), авторы Бадиков Н.В., Москаленко Ю.А.

Подробнее об авторах



Гуленко
Владимир Иванович

профессор кафедры геологии и геофизики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», доктор технических наук, профессор.



Захарченко
Евгения Ивановна

зав. кафедрой геологии и геофизики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», кандидат технических наук, доцент.



Бадиков
Александр Николаевич

директор
ООО «Пульс».