

реализации нефтегенерационного потенциала баженовской свиты (Томская и Новосибирская области) // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов, 2015. – Т. 326. – № 10. – С. 6 – 23.

3. Конторович А.Э. Проблемы реиндустриализации нефтегазового комплекса России // Нефтяное хозяйство, 2016. – № 3. – С. 14 – 15.

ИСТОЧНИКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН ПРИ МОРСКОЙ И ПРИБРЕЖНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

А.А. Ислямова

Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

В настоящее время особое внимание уделяется задаче геологического изучения углеводородных ресурсов континентального шельфа. По некоторым данным порядка 75% углеводородов российского шельфа сосредоточено в арктических регионах [2]. Среди них особо выделяют сейсморазведку как основной метод построения пространственной структуры разреза и выделения углеводородных ловушек, в том числе и в морских и прибрежных условиях.

Наиболее распространенным типом возбуждающего устройства в морской сейсморазведке являются *пневматические источники*. Начальный всплеск энергии значителен, однако сложное взаимодействие давления в воздушном «пузыре» и воды приводят к появлению посторонних всплесков энергии следом за первичным (рис. 1а). Амплитуда и период между импульсами зависят от глубины расположения пушки и от размера основной ее камеры [4].

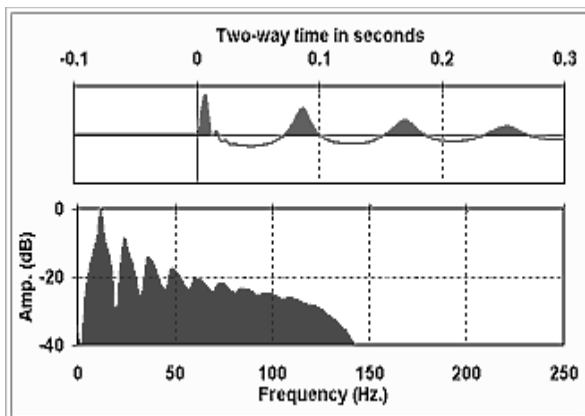


Рис.1а Временная и частотная характеристика одиночного пневмоисточника

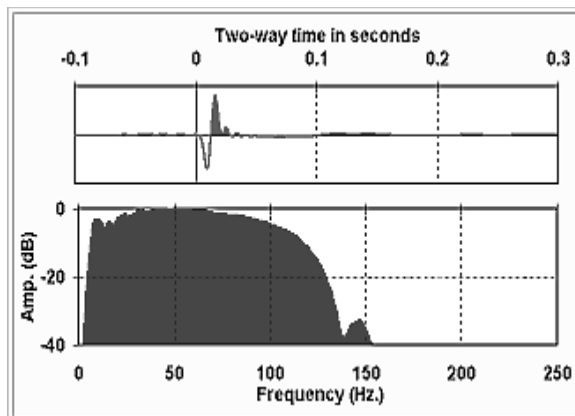


Рис.1б Временная и частотная характеристика группировки пневмоисточников

Улучшить характеристику источника позволяет группировка пушек с различным объемом основной камеры. Когда инициируется вся расстановка, амплитуда импульса по частотным характеристикам возрастает по сравнению с диапазоном обычных сейсмических частот, и становится близка к прямоугольному сигналу, который является идеальным случаем сейсмоимпульса (рис. 1б).

В морской сейсморазведке также используются установки, основанные на других принципах возбуждения энергии. Например, в источниках *газовой детонации* продукты взрыва газа выбрасываются в воду, образуя упругую волну.

Такая система позволила поднять КПД за счет усиления низкочастотной составляющей, однако используется редко из-за конструктивных сложностей.

Основными элементами *электроискровых* источников сейсмических колебаний являются электроды, погруженные в жидкость, между которыми по импульсу с сейсмостанции происходит электрический пробой. Расстояние между электродами выбирается таким, чтобы напряжение заряда накопительных ёмкостей не приводило к самопроизвольному разряду, однако опасность работы высоких электрических напряжений исключена не полностью.

Существуют источники *имплозивного типа*, основанные на эффекте кавитации, который возникает в результате местного понижения давления в жидкости. Однако параметры возбуждения такого источника недостаточны для создания стабильного сигнала.

Рассмотренные типы источников успешно функционируют в системе плавающего забортного оборудования. Однако зона мелководья арктических морей, которая составляет 526 тыс. км² остается практически неизученной [2]. Традиционное оборудование и флот в данном случае не применимы, так как мелководье не позволяет ни судам, ни сухопутным средствам подойти к месту производства работ. Одним из вариантов решения данной задачи для прибрежной полосы является использование вездеходов, на которых смонтирована буровая установка, что позволяет применять пневмоисточник, погружая его в скважину. Недостатком такого метода является низкая производительность и невозможность использовать опережающее бурение. Поэтому ведется активная работа по созданию невзрывных источников для мелководья.

Одним из эффективных способов образования сейсмических волн, работающих и в глубокой воде, и в донных условиях мелководья является *индукционно-динамическое* возбуждение. Образование сигнала происходит при перемещении твердой поверхности под действием индукционного электромагнитного поля. Источники такого типа широко используются в практике наземной сейсморазведки, разработаны и морские модификации «Аква» [5]. Их преимущество в водной среде заключается в генерации импульса упругих колебаний без создания агрегатных неоднородностей в окружающей жидкости, что улучшает частотные характеристики сигнала.

Таблица 1

Характеристики различных типов сейсмоисточников

Параметры	Тип источника					
	Взрывные	Пневматические	Газовой детонации	Электроискровые	Вибраторы	Имплозивные
1	2	3	4	5	6	7
Запасенная энергия, кДж	>400	200-300	80	0,1-150	-	200-400
Полоса частот излучаемой энергии, Гц	10-80	5-50	40-100	80-1000	10-270	0-250
Амплитуда сигнала, приведённая к расстоянию 1 м, МПа	30	5-15	10	-	-	1-8,3
Акустический КПД, %	-	2-3	<2	1,5-2	20-40	2-5
Периодичность воздействия, с	15-30	3-30	6-10	4-30	-	6-8

Генераторы *вибрационного возбуждения* отличаются методиками приема и обработки сигнала. Вместо кратковременного импульса здесь используется непрерывный свип-сигнал, у которого возможно менять рабочие параметры. Управление характеристиками позволяет выдавать оптимальный сейсмический сигнал для конкретных сейсмогеологических условий.

Сводные характеристики рассмотренных видов сейсмоисточников для морских и прибрежных условий приводятся в таблице 1 [3].

Очевидно, что трудности с производством сейсморазведочных работ в транзитных и мелководных зонах возникают в летний период. В зимнее время на этих участках устанавливается достаточно мощный ледяной покров, на котором возможно использование наземных источников. Однако при расположении их на льду регистрируемое на поверхности волновое поле оказывается осложненным интенсивными помехами. В результате математического моделирования [1] было установлено, что наиболее вероятной причиной этого является шероховатость нижней поверхности ледового покрова. Помехи имеют случайно-коррелированный характер с чрезвычайно большим разбросом спектра скоростей, поэтому создание эффективного алгоритма их подавления в ближайшее время маловероятно.

Существование большого количества различных видов сейсмоисточников позволяет сделать вывод о продолжающемся поиске наиболее оптимального варианта. Усовершенствование систем геофизической разведки в условиях шельфа Арктики позволит увеличить объемы поисково-разведочных работ и выявить пригодные к разработке углеводородные ресурсы.

Литература

1. Гольдин С. В. и др. Изучение процессов формирования и распространения сейсмических волновых полей в транзитной зоне в зимний период // Технологии сейсморазведки. – 2006. – №. 01. – С. 9-15.
2. Еремин Н. А., Кондратюк А. Т., Еремин А. Н. Ресурсная база нефти и газа арктического шельфа России // Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика. – 2010. – №. 1. – С. 1-11.
3. Кордик В. Н. Технические средства для возбуждения сейсмических сигналов в морской сейсморазведке. Текст: Региональная и морская геофизика: Обзор // В.Н. Кныш. М. : ВНИИ экон. минер. сырья и геол.-развед. работ. ВИЭМС, 1990. – 55 с.
4. Регистрация данных – морские работы. [Электронный ресурс]. // INTERGEO: полный комплекс обработки материалов сейсморазведки – URL: <http://inter-geo.org/Study/Seismic/Acquisition/Recording-offshore.php?lang=ru>.
5. Яковлев Д.А. Силовая электромагнитная импульсная система для возбуждения сейсмических волн в водной среде: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.09.03. - М, 2007.