

Система Marsh Line - от испытаний до производственной эксплуатации

Баленко С.Н., Крутов А.Л., ООО "СИ Техноподжи Инструментс", г. Геленджик

В последние десятилетия прирост разведанных месторождений нефти и газа происходит в большей степени за счет труднодоступных участков, ранее не исследуемых из-за отсутствия подходящей техники (транспортных средств, сейсморазведочных систем и т.п.). Эти участки в основном связаны с переходными (транзитными) зонами.

Реки и озера, пологие берега морей, заросшие камышом и кустарником, ранее служили препятствием при проведении сейсморазведочных работ. Обычно, сейсморазведка проводилась морскими или сухопутными партиями, оснащенными соответствующей техникой, до границ переходных зон, оставляя последние не исследованными.

В конце прошлого века и в начале нынешнего некоторые геофизические фирмы сделали попытку организовывать отряды и партии для работы в переходных зонах. Для работы в новых условиях они пытались приспособить существующие системы. Так, в Геленджике использовались сухопутные системы с геофонами болотного исполнения и гидрофонами, приспособившими плавающие косы для работы на мелководье, утяжеляя их дополнительными грузами, и раскладывая их на дне или буксируя по дну за судном.

Стали применять и зарубежные специализированные радиотелеметрические системы фирм Fairfield и InputOutput. Но эти системы имеют множество недостатков:

- расстановка системы на профиле требует дополнительного (специализированного) транспорта, специального персонала, значительных временных затрат;
- пересеченный рельеф, заросли камыша и кустарника ограничивают район применения или требуют большего количества модулей;
- низкая защищенность от вандалов (в людных, рыбопромысловых районах необходимо убирать в ночное время систему);
- необходимость замены или зарядки аккумуляторных батарей;
- значительное время сбора системы;
- подверженность влиянию ветра и течения;
- высокая стоимость оборудования и его сервисного обслуживания.



Рис. 1. Модули телеметрической косы Marsh Line.

Специалисты ООО "СИ Техноподжи" в 2001 году разработали сейсмочувствительную телеметрическую систему нового типа, приспособленную для работы в условиях переходных зон (Рис. 1). В основном это стало возможным благодаря разработке 24-х разрядного АЦП с низким потреблением питания и системы передачи данных.

Благодаря этим разработкам стало возможным использовать сейсмочувствительные косы с длиной и количеством каналов, данные о которых приведены в таблице 1.

Была разработана и в дальнейшем испытана следующая конструкция: электроника (АЦП и телеметрия) размещается непосредственно возле датчиков; все это вместе помещается в прочный цилиндрический корпус из нержавеющей стали. Электронные модули соединяются между собой прочным кабель-тросом. По электрическим жилам кабель-троса передается напряжение питания для каждого модуля и телеметрические данные от модулей к центральной регистрирующей станции. Расстояние между модулями устанавливается равным шагу канала и может быть для системы любым не более 50 м.

Прочный кабель-трос и конструкция корпуса электронного модуля позволяет буксировать всю косу с усилием до 7 тонн. Герметичность всего изделия гарантирует его работу в воде на глубинах до 80 м. Конструкция системы подробно

Таблица 1. Сейсмические косы Marsh Line

	Marsh Line 2C	Marsh Line 4C	Marsh Line 1C	Marsh Line 3C
Максимальная длина линии при расстояниях между модулями 50, 25, 12,5 м	10000 м, 7200 м, 4800 м			
Максимальное число модулей в линии при расстояниях между модулями 50, 25, 12,5 м	200, 288, 384			
Максимальное число каналов в линии при расстояниях между модулями 50, 25, 12,5 м	400, 576, 768	800, 1152, 1536	200, 288, 384	600, 864, 1152
Регистрируемые компоненты	Вертикальная ось (Z), давление (P)	Вертикальная ось (Z), продольная ось (X), поперечная ось (Y), давление (P)	Вертикальная ось (Z)	Вертикальная ось (Z), продольная ось (X), поперечная ось (Y), давление (P)



Рис. 2. Испытания в Кизлярском заливе Каспийского моря.

уже была описана.

В 2002 году первая модификация системы (40 модулей, шаг канала 25 м) прошла испытания в Кизлярском заливе Каспийского моря на базе партии ЗАО "Гео-Хазар" (Рис. 2).

В основном стояла задача проверить работоспособность системы и ее механические характеристики.

Были проверены два режима раскладки косы:

- раскладка с борта транспортного средства;
- затягивание буксиром на профиль;
- вытягивание на берег автотранспортом.

Испытания показали:

• электронная часть системы работоспособна и требует минимальных доработок;

• механическая часть требует доработок конструкции в части повышения герметичности системы, удобства сборки и сервисного обслуживания на профиле;

• в конструкцию системы, в программное обеспечение были внесены дополнения облегчающие работу с системой и ее диагностику. Например, внутри электронного модуля был установлен датчик абсолютного давления, а возле разъема установлен клапан для закачки внутрь модуля воздуха (инертного газа) под избыточным давлением. Такое новшество позволяет проводить проверку герметичности модуля, как во время сборки и перед работой, так и во время самой работы.

Следующий этап совершенствования системы включал в себя изменение конструкции электронных модулей, герметизацию корпуса, устройства заделки кабель-троса, изменение конструкции гидрофона и много другого, облегчающее работу с системой, ее сборку, проверку и диагностику. Повысилась надежность системы, уменьшилось потребление энергии



Рис. 3. Коса Marsh Line на зимних испытаниях в районе Ханты-Мансийска.

каждым модулем.

Очередные испытания системы проводились с целью разработки рекомендаций по технологии проведения работ с ней.

Испытания были разбиты на два этапа:

- ♦ сухопутные;
- ♦ морские.

Сухопутные испытания, в свою очередь, были разделены на зимние и весенние.

Зимние испытания проводились в районе Ханты-Мансийска на базе одной из сейсморазведочных партий ОАО "Хантымансийск-геофизика" (Рис. 3). На испытания были доставлены 40 секций косы по 25 метров каждая с центральной регистрирующей станцией. Сборка доставленных раздельно электронных модулей и соединительных секций была проведена специалистами ООО "СИ Технолоджи".

Коса буксировалась к месту регистрации трактором. Пробные записи проводилась с использованием взрывных источников.

Эти испытания показали, что на снегу коса легко буксируется, при поворотах буксировщика коса полностью повторяет его траекторию. Время готовности косы при затягивании ее на профиль меньше, чем подготовка и раскладка традиционных сейсмоприемных систем.

Во время весенних испытаний были измерены усилия буксировки на различных типах грунтов. С использованием источника типа падающего груза (Рис. 4) проведена регистрация данных и получен сейсмический профиль.



Рис. 4. Источник типа "падающий груз"

Морские испытания системы с целью отработки технологии работ и проведения опытной съемки были проведены с борта судна "Геотехник" (ЗАО "Гео-Хазар") на Азовском море. Условия работ были:

- глубины от 2 до 13 м
- волнение моря до 4 баллов;
- ветер до 12 м/с

На испытания была представлена система 120 каналов (Геофон+гидрофон) с длиной секции 25 м. Для намотки косы использовалась сейсмическая лебедка, установленная на корме судна. Источниками сейсмического сигнала служили группы сеймопушек фирмы Slivgun. Регистрация производилась 6,144 с/2 мс, интервал возбуждения 25 м.

Был отработан профиль длиной 6000 м. Во время перестановки косы на новый профиль с помощью динамометра измерены буксировочные усилия.

Из таблицы 2 видна зависимость влияния типа грунта на усилия буксировки системы.

По результатам испытаний можно сделать следующие выводы:

Таблица 2

Тип грунта	Усилие буксировки, т
Песчаный	до 1,0
Илистый	до 3,5
Смешанный	до 1,5

• конструкция прочного корпуса модуля электроники герметична (за время испытаний не обнаружено ни одного затекания);

• для работы с косой необходимо использовать специализированное спускоподъемное устройство (СПУ). Это показали и сухопутные испытания.

С участием специалистов "СИ Технолоджи" были проведены испытания системы ML на реке Иртыш [1] в районе г. Ханты-Мансийска.

В сентябре-декабре 2004 года, по соглашению с ГНИЦ ГГП НПО "Южморгеология" система ML впервые выполняла производственные работы на Азовском море. Для работы на буксир "Подводник" была установлена система с 120 приемными двухканальными (геофон, гидрофон) электронными модулями, длина секций 50 м. Работы выполнялись силами совместного отряда из ЮМГ и ООО "СИ Технолоджи". Использовалось специализированное СПУ разработанное и изготовленное в ООО "СИ Технолоджи" (Рис. 5).

Условия проведения работ были следующие:

- глубины от 3 до 15 м
- волнение моря до 5 баллов;
- ветер до 20 м/с;
- активное судоходство.

Требования к судну буксировщику:

- тяговое усилие более 6 тонн;
- обязательно иметь два винта для возможности управления судном при малых скоростях;

• на корме должна быть свободная площадка для установки СПУ 6х3 м;

- желательно иметь якоря спереди и сзади.

В качестве источника сейсмических волн использовались группа пневмоисточников "Пульс".

Для уменьшения влияния вибраций и шумов судна, передаваемых по кабель-тросу применялись активные удлинители (секции с электронными телеметрическими модулями) и пассивные механические фильтры, выполненные из упругих капроновых растяжек и длинных звеньев цепи.



Рис. 5. Спуско-подъемное устройство на борту буксировщика.

Использование механического фильтра позволило снизить шум от судна почти на порядок: 50 мкВ до 8 мкВ, на ближайших к судну каналах.

Всего во время работ на Азовском море было выполнено 6 км опытных профилей и 180 км производственных.

По оценкам специалистов ООО "СИ Технолоджи" производительность работ с системой на мелководных участках может достигать до 40 погонных км в сутки.

Хочется отметить, что система показала себя в работе как прекрасное средство для работы в условиях мелководья на судоходном участке. По погодным условиям простои в работе возникали только во время шторма более 5 баллов. При опасности сильного шторма и невозможности или нежелании подъема ее на борт коса отключалась от буксирующего судна, герметизировалась и оставалась на дне с сигнальными буйами на концах линии. По окончании шторма конец косы снова подключался к системе, и работа продолжалась с того же места.

Литература

- 1 Бобрышев А.Н., Киреев Г.Н., "Результаты опытно-производственного опробования телеметрической системы XZone Marsh Line и водных импульсных источников "Енисей ВЭМ" в условиях Западной Сибири" - Журнал "Приборы и системы разведочной геофизики" №01(11)2005, с. 38

Вниманию авторов

Материалы, представляемые для опубликования в журнале должны отвечать следующим требованиям.

Статья представляется в электронной версии на компакт-дисках емкостью 640-700 Мб. Форматы текстового файла должны быть в виде Microsoft Word for Windows (версии 6.0 или выше). Графические приложения и таблицы, выполненные электронным образом, представляются в отдельных файлах формата MS Excel (версии 4.0 или выше) или в формате CorelDRAW версии 7.0 и выше. Все контуры и графики на рисунках, а также все цифры и надписи должны быть выполнены четко, чтобы при уменьшении они легко читались. Рисунки присылаются в виде растровых файлов форматов: "TIF" с разрешением не менее 250 точек на дюйм (допускается LZW-сжатие), "JPG" с качеством не менее 12-ти. Максимально допустимый размер иллюстраций - А4. Подписные подписи представляются в виде отдельного списка. Математические уравнения должны быть выделены четким и ясным шрифтом. Все математические символы скалярных величин набираются курсивом, а векторные - жирной прямой заглавной буквой. Вместе со статьей в редакцию направляются краткие сведения об авторах, необходимо указать Ф.И.О., город, место работы, и должность.

От редколлегии:

Ответственность за подбор и изложение фактов в статьях несут авторы. Редакция может публиковать статьи, не разделяя точки зрения авторов.