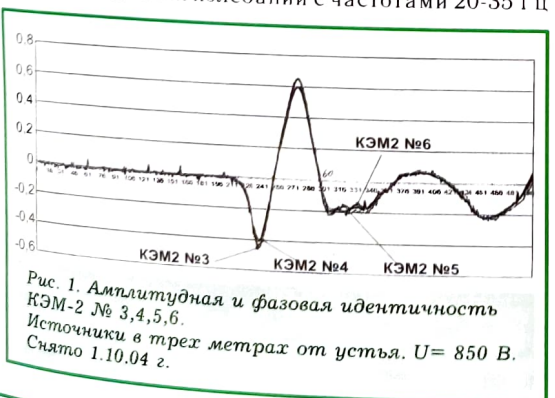


A photograph of a white truck with a green container on its back, parked on a dirt road next to a green car. The background shows trees and a hillside.

“ЕНИСЕЙ” ОТ ОАО “ЕНИСЕЙГЕОФИЗИКА”

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

До возврата якоря на опоры плиты излучателя



но ввиду срабатывания площадки гидроамортизаторов и отсутствия излучателя электромагнитного излучения, касаясь на поверхность грунта с минимальной нагрузкой, почти равной нулю, срабатывание гидроамортизаторов происходит в момент разгона при разрыве 1,8 тонны с ускорением 20 g (рис. 1).

В процессе выбора зазора между якорем и

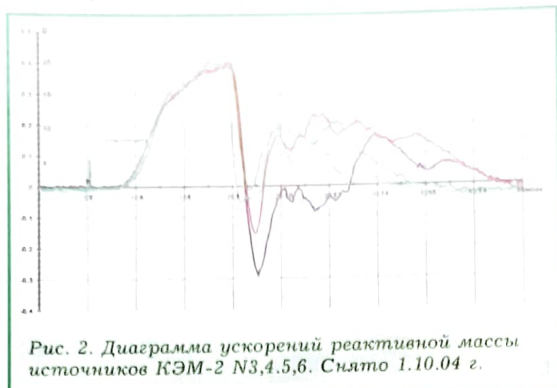


Рис. 2. Диаграмма ускорений реактивной массы источников КЭМ-2 N3,4,5,6. Снято 1.10.04 г.

индуктором графики ускорения на пригрузках с высокой точностью характеризуют синхронность и идентичность срабатывания излучателей источников, идентичность воздействия излучателей на грунт (рис. 2 и 4).

Графики силовых импульсов на якорях излучателей через 2 - 3 мс от начала выбора зазора свидетельствуют о недостаточном динамическом диапазоне применяемых акселерометров ADXL190WQC, не выдерживающих "ударных" нагрузок на якорь при возрастании ускорений свыше 20 - 30 g за время около 2,0 мс (рис. 4).

В схеме формирования пусковых импульсов управления силовыми тиристорами разрядной цепи отсутствуют электротехнические элементы, вносящие значительные временные задержки разряда конденсаторной батареи.

Суммарная величина задержек на электронных элементах не может превышать 0,07 - 0,08 мс и не может контрастно изменяться во времени. Случай появления в электротехнической схеме элемента с аномальной задержкой будет либо предупрежден, либо обнаружен при входном контроле, в процессе пуско-наладочных работ на источнике и проконтролирован при паспортизации источника при предпродажной подготовке "Изготовителем". За период (2000 - 2005 гг.) паспортизации источников ряда "Енисей" с применением цифровых осциллографов подобных случаев не было.

На рис.1-4 продемонстрирована с высокой точностью (в окне 20 мс с числом отсчетов - 500) синхронность срабатывания электромагнитных источников ряда "Енисей" при внутреннем (по замерам токовых импульсов и ускорений) и внешнем (по импульсу возбуждения, зарегистри-

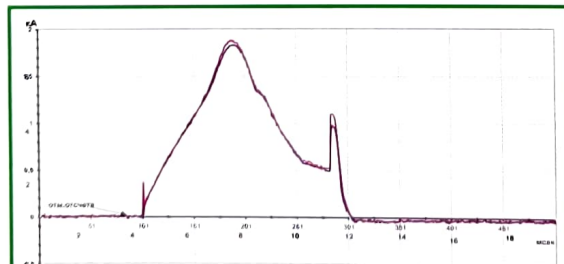


Рис. 3. Диаграмма токов в катушке индукторов источников СЭМ-100м N139,141 при 850В. Снято 20.05.05 г.

рованному скважинным сейсмоприемником) контроле. Очевидно, что внутренний контроль синхронности источников по токовым импульсам и графикам ускорений не зависит от взаимного расположения источников в группе. При проверке синхронности источников по показаниям скважинного или наземного сейсмоприемника требуется строгая установка проверяемых источников в контрольную точку. Данное условие зачастую на момент проверки становится практически невыполнимым при работе по просекам в горно-таежной местности или по ледовым покровам водоемов.

Повторяемость воздействий (амплитудно-фазовая идентичность) - сохранение формы и амплитуды записей импульсов возбуждения для каждого источника применяемой группы для "вертикального" накопления сигналов.

Оценку данной эксплуатационной характеристики одиночных источников ряда "Енисей" частично иллюстрируют рис. 1-4. Экспериментальные данные, приведенные на рис. 5, позволяют оценить нижний предел данного параметра при группировании шести источников "Енисей СЭМ-100". Импульсы возбуждения продольной волны для источников № 140, 136; № 141, 138 попарно совпадают полностью при расстоянии между излучателями около одного метра (см. значение амплитуд по первому минимуму 0,33 и 0,133 В, 0,127 и 0,127 В). Удаление источника №137 вдоль группы еще на 1 м обусловило уменьшение амплитуды первого минимума до 0,118 В источника № 139 перпендикулярно оси группы на 5 м (4м + 1м) - до 0,108 В. То есть, разброс значений амплитуд по первому минимуму составил 0,25 В или 19% от максимального значения амплитуды; разброс времен по экстремуму первого минимума для шести источников не превысил 0,15 мс. Приведенная ниже запись суммотрасы такой группы, нормированная делением на шесть, характеризуется амплитудой минимума 0,124 В (отклонение 7% относительно амплитуд источников 140 и 136) и временным отклонением от записи для источника № 139 по импульсу возбуждения продольной волны не более чем на 0,1 мс.

Для следующего за импульсом возбуждения продольной волны импульса поперечной волны (средние скорости соответственно 2000 и 1310 м/с) разбросы времени по первому максимуму превышают 2 мс, а отклонение амплитуды нормированной суммотрасы относительно амплитуд воздействий от одиночных источников 20 - 40%.

Можно сравнить приведенные данные с требованиями инструкции по сейсмозаписке образца шестидесяти-восемидесятых годов к техническому состоянию сейсмозаписочной аппаратуры и оборудованию, которые были тогда определены количественно. Например, "отметка момента взрыва должна быть четкой и устойчивой, обеспечивающий определение момента взрыва с точностью не меньше $\pm 0,0015$ с..., фазовые сдвиги между каналами не должны превышать 8 % от видимого периода записи..." ("Инструкция по сейсмозаписке", Гостоптехиздат, 1962 г.).

Выше уже была отмечена точность "отметки момента" (точность запуска тиристорных источников ряда "Енисей" - не более 0,1 мс) доступная для проверки современным цифровым осциллографом, который в любой момент может быть подвергнут метрологической проверке. Допустимые фазовые сдвиги сейсмозаписей одиночных воздействий в процессе накопления для видимых периодов 15 - 25 мс (66 - 40 Гц) согласно последнему требованию инструкции по сейсмозаписке будут равны 1,2 - 2,0 мс ($8\% \times T$ вид). Требуемая проверка амплитудно-фазовой идентичности одиночных воздействий для каждого из



“ЕНИСЕЙ” ОТ ОАО “ЕНИСЕЙГЕОФИЗИКА” ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

“Пользователя”.

Обоснованным многолетним опытом работ с источниками ряда “Енисей” и достаточными действиями в данном направлении являются традиционные периодические проверки перед началом и в конце полевых работ, ежемесячно, ежедекадно, в случае чрезвычайных происшествий с источниками (утопление и т.д.) с применением средств измерения, которые можно подвергнуть метрологической проверке, которые, по крайней мере, проверены опытом многолетней эксплуатации в российской геофизической службе, как то: осциллограф, шунты, сейсмоприемники. Использование акселерометров типа ADXL при НИОКР на опытных производств “Енисей-геофизики” оправдано для изучения кинематики процесса формирования импульса воздействия на

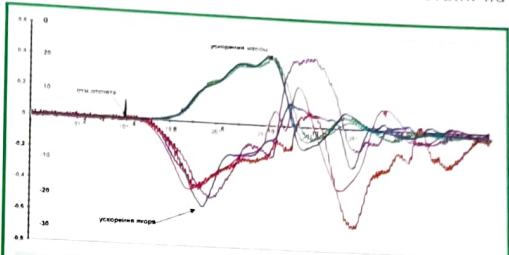


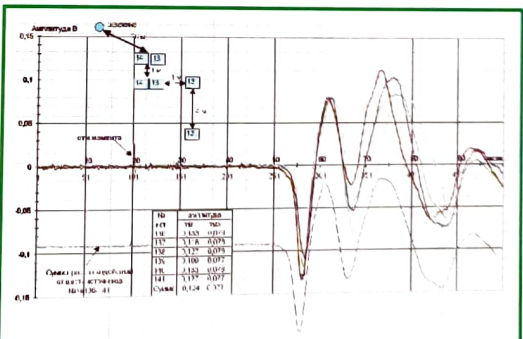
Рис. 4. Диаграмма ускорений реактивной массы и якоря правых и левых полюсов источников. СЭМ-100м N139,141 при 850В. Снято 20.05.05 г.

плиту излучателя при минимальном уровне затрат. Недолговечность и неустойчивый режим работы датчиков в лабораторных условиях не имеет принципиального значения. Исследования основываются на совокупности данных многократных измерений, с заменой датчиков.

В комплексе технических средств: регистрирующая аппаратура, система синхронизации и управления источниками сейсмических колебаний, электромагнитные импульсные источники ряда “Енисей” - величина разброса времен срабатывания, большая, чем 0,1 мс, зависит только от второй составляющей комплекса. Подавляющее большинство случаев несрабатывания источников в любых климатических и погодных условиях обусловлено сбоями в передаче команд от шифратора к дешифратору из-за неустойчивой работы канала радиосвязи.

Остановимся теперь на частотном составе и интенсивности возбуждаемых колебаний.

В среднем видимая частота колебаний от импульсных источников находится в пределах от 20-22 до 30-35 Гц (М.Б. Шнеерсон). Импульсы



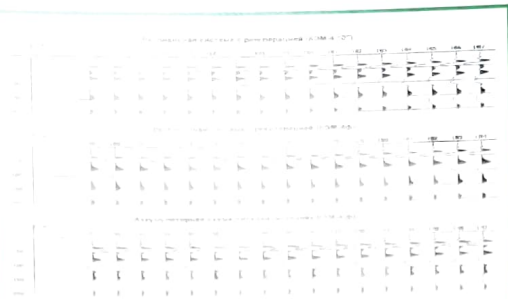


Рис. 6. Амплитудно-фазовая идентичность одиночных и групповых воздействий источников "Енисей КЭМ-4" для различных схем энергоснабжения; регистрация SN-388. (Слева - записи одиночных воздействий, последняя - трасса из Σ 16 воздействий).

возбуждения от источников ряда "Енисей" характеризуются по продольным волнам видимыми частотами 40 - 70 Гц (рис. 1, 5).

Незначительный разброс (менее 0,1 мс) времен срабатывания источников ряда "Енисей" в процессе вертикального накопления 4, 8, 16, 32 и более воздействий обеспечивает практически постоянный частотный состав суммотрасс, выделение полезного регулярного сигнала на фоне микросейсм. Отмеченное свойство и независимость параметров электромагнитных источников от

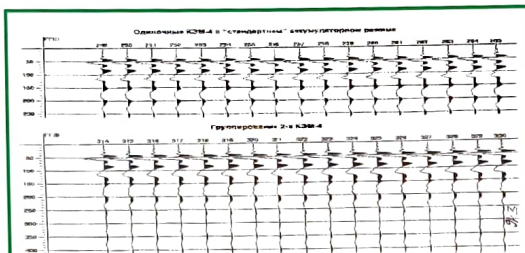


Рис. 7. Амплитудно-фазовая идентичность одиночных и групповых воздействий источников "Енисей КЭМ-4"; регистрация SN-388. (Слева - записи одиночных воздействий, последняя - трасса из Σ 16 воздействий).

климатических условий, технически просто реализуемые требования к подготовке условий установки (проминка колен транспортными средствами и т.д.), экологическая чистота способствуют широкому применению источников ряда "Енисей" в любых климатических и поверхностных условиях.

Проверка параметров источников ряда "Енисей", влияющих на интенсивность возбуждаемых колебаний, с рабочего места оператора заключается в контроле зазора между якорем и индуктором электромагнита щупом с допуском $\pm 0,5$ мм; напряжения заряда (850 - 950 В) конденсаторной батареи вольтметром на пульте управления с допуском ± 10 В.

Выпускаемые системы синхронизации и управления с функциями контроля рабочих параметров электромагнитного источника направлены на приоритетное дублирование функций и действий оператора. Например, если по показаниям акселерометра в заданном времени не достигнуто ускорение 10 g, система блокирует работу источника. Параметры группирования источников в данной ситуации, если работы продолжаются, нарушены; сейсмоотряд приостанавливает работу, если супервайзер требует сохранения параметров группы источников. В действительности же ситуация может быть вызвана возникшей

неисправностью в самом акселерометре, в другом месте системы управления при технических исправных источниках.

Экономически и методически оправдано применение систем контроля, диагностики и управления параметрами электромагнитного источника, в которые заложены паспортные данные на параметры и режимы работы источника.

Опытное производство ОАО "Енисейгеофизика" уже четвертый год разрабатывает подобную систему управления, синхронизации, контроля и диагностики.

В качестве эталонной информации в систему закладываются семейства функциональных последовательностей: изменения во времени тока разряда при переборе фиксированных значений напряжения на конденсаторной батарее, зазоров между якорем и индуктором; то же самое для ускорений на пригрузе и на якоре электромагнита на интервале от момента начала разряда конденсаторной батареи до момента выбора зазора "залипания" якоря и индуктора электромагнита, выброса якоря с опор излучателя и т.д.

Идеология системы выглядит следующим образом: эталонная информация архивируется "Изготовителем" на этапе предпродажной подготовки по каждому источнику и при сдаче-приемке передается "Покупателю", который вводит эти эталонные данные в приобретенную им систему. При желании "Покупатель" может в конкретных сейсмогеологических условиях создать эталонные данные собственного изготовления. Тождественность независимо созданных эталонных данных для горизонтально установленного источника на грунте, снежном накате будет объективно свидетельствовать о работоспособности источника и достаточной квалификации обслуживающего персонала "Покупателя". В дальнейшем, в процессе сейсморазведочных работ в пульте управления источником, как составной части системы, документируются данные о токе разряда, ускорениях; сопоставляются с эталонными при фиксированном зазоре, в случае их отклонения от эталонных обращаются к данным с переменным зазором. Если диагностика не может быть однозначно определена, система запросит несколько минут для тестирования источника собственными действиями или пригласит для участия в тестировании наладчика электромагнитных источников, например: для изменения зазоров между якорем и индуктором, возникшим по тем или иным причинам.

В заключении автор заранее приносит извинения читателям, за затянутость изложения конкретного вопроса, не в пример тексту "Инструкции...", 1962 г. Автор стремился привлечь внимание читателя на запущенность, бездействие геологической службы РФ в вопросах обмена опытом, сбора и анализа методической и метрологической информации от "Заказчиков" и "Подрядчиков", о проведенных геофизических работах и полученных результатах, в регламенте приема-сдачи полевых материалов, в единоличных требованиях к качеству полевых материалов со стороны "Заказчиков" и нанятых ими супервайзеров, в вопросах вневедомственной приемки технических разработок.

Литература

1. Теория и практика наземной негравитной сейсморазведки. Под редакцией М.Б. Шнейерсона. М., "Недра", 1998.
2. Справочник геофизика. том "Сейсморазведка". М., "Недра", 1981 г.