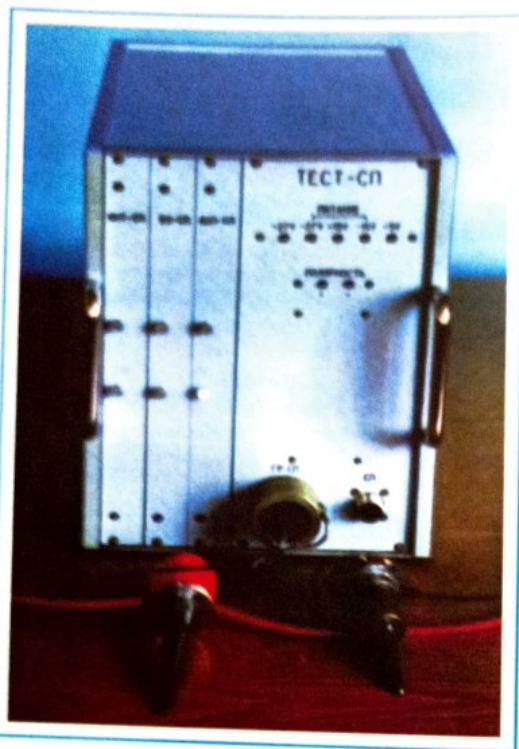


Аппаратурно-программный комплекс "ТЕСТ-СП"

Бескоровайный В.Л., Коханов Е.Г., Селёзнева Т.В., Тарасов Н.В., Тарасова Е.В.
ОАО «СКБ СП», Саратов



Сейсмоприемники являются одним из важнейших звеньев сейсморегистрирующего комплекса и, соответственно, достоверность регистрируемого сейсмического материала в значительной степени зависит от состояния их эксплуатационных характеристик.

В настоящее время геофизическими предприятиями при проведении сейсмических наблюдений используются десятки тысяч электродинамических сейсмоприемников различного производства, техническое состояние которых необходимо контролировать с определенной периодичностью. Кроме того, в ряде случаев необходимо обеспечить сравнимость результатов геофизического эксперимента, полученных с использованием приборов, изготовленных разными производителями.

Особое значение имеет проблема организации контроля параметров сейсмоприемников в условиях сейсмической партии, где требуется постоянный контроль параметров не только одиночных сейсмоприемников, но и их групп.

Проведенный в СКБ сейсмического приборостроения анализ существующих методов испытаний сейсмоприемников показал, что наиболее приемлемым методом испытаний сейсмоприемников, реализация которого позволила бы решить вышеперечисленные проблемы, является метод, основанный на электрическом способе воздействия.

В результате были разработаны алгоритмы и создан аппаратно-программный комплекс "ТЕСТ-СП", реализующий процедуры

контроля основных параметров сейсмоприемников (сейсмогруппы), основанный на электрическом способе воздействия.

Технология контроля параметров сейсмоприемников с помощью аппаратно-программного комплекса "ТЕСТ-СП" обеспечивает контроль всех паспортных характеристик сейсмоприемников и их групп в различной конфигурации включения. Кроме того, обеспечена возможность анализа результатов контроля с целью выявления неисправного прибора в группе без предварительной распайки сейсмогруппы.

Результаты контроля параметров записываются в результирующий файл, всегда доступный для просмотра.

Параметры сейсмоприемника (сейсмогруппы), контролируемые комплексом "ТЕСТ-СП", разбиты на две группы:

- параметры, контроль которых производится по выходному сигналу сейсмоприемника (сейсмогруппы) при воздействии на него периодическим сигналом;
- выходное сопротивление;
- коэффициент нелинейных искажений;
- параметры, контроль которых производится по собственному процессу сейсмоприемника (сейсмогруппы):
- собственная частота;
- коэффициент преобразования;
- степень затухания.

Отдельно контролируется полярность подключения сейсмоприемника при формировании группы. В этом случае производится механическое воздействие на каждый прибор сейсмогруппы и осуществляется анализ результатов воздействия по световой и звуковой индикации.

Аппаратурно-программный комплекс "ТЕСТ-СП" успешно эксплуатируется во многих геофизических предприятиях России и стран СНГ.

Ниже приведено краткое описание алгоритмов программного комплекса.

Коэффициент нелинейных искажений ($K_{ни}$) одиночного сейсмоприемника или группы сейсмоприемников рассчитывается путем подачи тестового синусоидального сигнала от генератора с малыми нелинейными искажениями и определения программным методом доли высших гармоник в выходном сигнале, прошедшем аналого-цифровое преобразование, с помощью цифровой фильтрации.

$$K_{ни} = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^5 U_i^2}}{U_1}$$

Цифровая фильтрация осуществляется с

применением цифровых рекурсивных фильтров:

$$U_i^n = a_{i0}U_c^n + a_{i1}U_i^{n-1} + a_{i2}U_c^{n-2} - b_{i1}U_i^{n-1} - b_{i2}U_i^{n-2}$$

Где:

i - номер гармоники,

n - номер дискретного отсчета,

U_c^n - дискретный отсчет зарегистрированного тестового сигнала;

U_i^n - дискретный отсчет выделенной гармоники,

$a_{i0}, a_{i1}, a_{i2}, b_{i1}, b_{i2}$ - коэффициенты рекурсивных фильтров, рассчитанные для выделения i -той гармоники.

С генератора тестового сигнала подается синусоидальный сигнал с частотой, близкой к $1,5f_0$, где f_0 - собственная частота данного типа сейсмоприемников.

При одиночном измерении тестовый сигнал подается однократно, в режиме циклического измерения многократно, с периодической выдачей результата на экран.

Метод определения сопротивления сейсмоприемника или группы сейсмоприемников основан на сравнении выходных сигналов электрической цепи при протекании по ней постоянного тока в отсутствии сейсмоприемника и при включении последнего в цепь. На вход сейсмоприемника (сейсмогруппы) подается импульсный сигнал с эталонным уровнем напряжения частотой 1 Гц и скважностью, равной 2. По первому полупериоду выходного тестового сигнала определяется уровень смещения "нуля" с целью исключения его влияния на расчет величины сопротивления, по второму полупериоду определяется величина выходного тестового сигнала при протекании по цепи постоянного тока.

Величина сопротивления сейсмоприемника ($R_{сн}$) или сейсмической группы ($R_{сг}$) при этом рассчитывается по формуле:

$$R_{сн(сг)} = \frac{4000 \cdot U_A^0}{(U_A^D - U_A^0)},$$

если сопротивление сейсмоприемника $R_{сн}$ меньше 6000 Ом, а сопротивление сейсмической группы $R_{сг}$ меньше 25000 Ом и по формуле:

$$R_{сн(сг)} = \frac{31400 \cdot U_A^0}{(U_A^D - U_A^0)},$$

если сопротивление сейсмоприемника $R_{сн}$ больше или равно 6000 Ом, а сопротивление группы сейсмоприемников $R_{сг}$ больше или равно 25000 Ом.

При этом:

U_A^0 - величина выходного тестового сигнала с учетом смещения "нуля" в отсутствие в цепи сейсмоприемника,

U_A^D - величина выходного тестового сигнала с учетом смещения "нуля" с подключенным сейсмоприемником.

Цифры в формулах для расчета $R_{сн}$ и $R_{сг}$ определяются схемным решением.

Наиболее сложной процедурой контроля параметров сейсмоприемников являются параметры второй группы, определение которых проводится по собственному процессу сейсмоприемника.

В этом случае предъявляются более жесткие требования к системе развязки колебаний. При этом должны быть исключены все иные воздействия, кроме специально сформированного импульса в качестве входного тестового воздей-

ствия с определенными длительностью и скважностью.

По зафиксированной реализации переходного процесса производится расчет собственной частоты, степени затухания и коэффициента преобразования сейсмоприемника.

Собственная частота рассчитывается по формуле:

$$f_0 = \frac{1}{2T_1} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\left(\ln \left| \frac{A_1}{A_2} \right| \right)^2}{\pi^2 + \left(\ln \left| \frac{A_1}{A_2} \right| \right)^2}}}$$

Степень затухания определяется по формуле:

$$\beta = \frac{\ln \left| \frac{A_1}{A_2} \right|}{\sqrt{\pi^2 + \left(\ln \left| \frac{A_1}{A_2} \right| \right)^2}}$$

Определение коэффициента преобразования осуществляется по формуле:

$$\mu = \sqrt{\frac{2\pi f_0 |A_1| m}{I_0} \exp \left[\frac{\arctg \left(\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} \right)}{\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta}} \right]}$$

Где T_1 - время между первым и вторым экстремумами зарегистрированного собственного процесса сейсмоприемника, которое определяется с использованием линейной интерполяции;

A_1, A_2 - первый и второй экстремумы собственного процесса сейсмоприемника, определяемые путем параболической интерполяции,

m - подвижная масса сейсмоприемника (группы сейсмоприемников),

I_0 - величина тока, определяемая следующим образом:

- для одиночного сейсмоприемника

$$I_0 = \frac{1000 \cdot K}{R_{сн}},$$

где:

$K=1$, если $R_{сн}$ больше или равно 750 Ом,

$K=R_{сн}/750$, если $R_{сн}$ меньше 750 Ом

- для группы сейсмоприемников

$$I_0 = \frac{3000 \cdot K}{R_{сг}},$$

где:

$K=1$, если $R_{сг}$ больше или равно 3500 Ом,

$K=R_{сг}/3500$, если $R_{сг}$ меньше 3500 Ом.

Для определения этих параметров катушка сейсмоприемника поднимается из положения покоя постоянным током на уровень 0,7 от положения максимального отклонения, затем ток отключается и при падении катушки записывается ее собственный процесс. Величина поданного на катушку тестового сигнала рассчитывается программно в зависимости от сопротивления одиночного сейсмоприемника, либо количества сейсмоприемников в группе и их конфигурации.

Запись переходного процесса осуществляется десятикратно с последующим усреднением

СЕЙСМОПРИЕМНИКИ: КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ПРИБОРОВ И СИСТЕМЫ

значении проверяемого параметра по количеству записей.

В заключение необходимо отметить следующее. В настоящий момент отсутствует нормативного документа, который собрал бы единые требования к основным показателям и единые методы испытаний сейсμοприемников, исключая метод, основанный на электрическом способе воздействия, применимый в условиях сейсмической партии.

Существующие нормативные документы, такие как ГОСТ 4.378-35СПКП "Сейсμοприемники электродинамические. Номенклатура показателей" и ГОСТ 28134-89 "Сейсμοприемники электродинамические. Типы, основные параметры и технические требования", стандарт СТО ЕАГО 016-01-94 не отвечают вышеуказанному требованию. В то же время проект стандарта, разработанный специалистами ГФУП "ВИИПГЕОФИЗИКА", устанавливающий номенклатуру, обозначения, единицы измерения основных показателей сейсμοприемников и методы их испытаний, включая метод, основанный на электрическом способе воздействия, до сих пор остается лишь проектом.

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР СО ЕАГО

Новая специализация геофизиков

В перечне профессий, по которым возможно повышение квалификации в учебном центре Саратовского отделения Евро-Азиатского геофизического общества, появилась новая: специалист по калибровке средства измерения (СИ) "ПРОГРЕСС-Л".

Это событие связано с тем, что в недавнем прошлом сейсморегирующая система "ПРОГРЕСС-Л" после испытаний, выполненных компетентными органами Госстандарта РФ, получила статус средства измерения. Кроме несомненных для пользователя преимуществ этого шага (повышение надежности изделия, связанного с ужесточением технологической дисциплины на всех этапах жизненного цикла изделия: проектировании, изготовлении, эксплуатации) очень быстро стали очевидными и дополнительные трудности в эксплуатации, связанные, прежде всего с необходимостью периодических поверок СИ.

Ознакомление с нормативной базой таких поверок, методикой выполнения калибровки с помощью аттестованного программного средства "КОНТР-Л", специально для этих целей разработанного в СКБ сейсмического приборостроения, а также выработка практических навыков таких работ составляют содержание 40-часовой учебной программы, предлагаемой Саратовским отделением ЕАГО. Для пользователей и ремонтников "ПРОГРЕСС-Л" заявки геофизических организаций на повышение квалификации своих сотрудников выполняются в течение месяца. Обучение проводят сертифицированные специалисты СО ЕАГО, СКБ СП, ЦСМС Госстандарта.

П.А.Турлов, СО ЕАГО, сертификат компетентности А 563425 №152 от 3 августа 2000г.



За дополнительной
информацией обращайтесь:
Россия, 410019, г. Саратов,
ул. Крайняя, 129, СО ЕАГО
т.: (8452) 64-14-32;
ф.: (8452) 64-14-52

E-mail: skpsp@san.ru