

О. А. МАКСИМОВ, В. Б. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ВЗРЫВОВ

В последние годы все большее внимание сейсмологов привлекает проблема прогноза землетрясений. Поиски предвестников сильных землетрясений приводятся различными способами, основанными на отыскании физических явлений, предшествующих землетрясениям. Одним из таких методов является слежение во времена за скоростью распространения и динамикой упругих волн, вызванных взрывами, и прошедших через гипоцентральную область готовящегося землетрясения. Естественно, что для просвечивания больших объемов гипоцентральной зоны необходимо иметь большое количество пунктов наблюдений. Кроме того, установка в пункте наблюдения куста станций позволит использовать дифференциальный метод слежения за временем распространения сейсмических волн, что в значительной мере снизит требование к стабильности местоположения пункта взрыва. Последнее обстоятельство имеет особое значение для работ в районах Камчатки, где эпицентральная зона располагается вдоль побережья и пункты взрывов приходится выносить в море. Все эти соображения и вызвали необходимость разработки портативных необслуживаемых сейсмических станций.

Автоматическая сейсмическая станция для регистрации взрывов (АСРВ) предназначена для записи объемных волн, вызванных взрывами. В комплект станции входят устройство для формирования сигнала запуска и марок времени (УФСЗ), регистрирующая автоматическая станция (РАС) и блок контроля.

Регистрирующие автоматические станции производят регистрацию скорости сейсмических волн в диапазоне частот 3—17 гц. В качестве датчиков используются сейсмоприемники типа НС-3. Запись усиленного сигнала производится на двухдорожечном магнитофоне. Второй канал записи служит для регистрации марок времени. Включение автоматических регистрирующих станций производится по радио сигналом запуска, вырабатываемым устройством для формирования сигнала запуска и марок времени (УФСЗ). Выключение станций производится автоматически. Время сеанса работы составляет 3 минуты. После выключения станции возвращаются в ждущий режим. Блок контроля предназначен для контроля работы РАС при установке на место регистрации.

Основным требованием к каналу радиопередачи является защита станций от ложных включений со стороны помех. Эта задача решена совмещением в запускающем сигнале кодирования по частотным признакам с двухимпульсным защитным кодом. Блок-схема устройства для формирования сигнала запуска и марок времени (УФСЗ) изображена на рис. 1. Два генератора (Г500 и Г2500) вырабатывают два синусои-

дальних сигнала частотой 500 и 2500 гц. Эти сигналы после смесителя (СМ) через ключ (КЛ) подают на вход передатчика радиостанции. Продолжительность подачи сигнала в эфир определяется ждущим мультивибратором (ЖМ), длительность импульса которого равна 1,5 сек. После подачи сигнала «пуск» тумблер T_1 перебрасывается и управление ключом производится морским хронометром (МХ), причем в эфир посылаются сигналы одной частоты 2500 гц (марки времени).

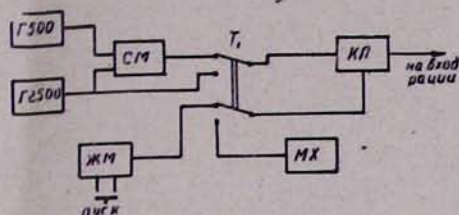


Рис. 1. Блок-схема устройства для формирования сигнала запуска и марок времени.

Г500 и Г2500—Генераторы синусоидальных колебаний; СМ—смеситель; КЛ—электронный ключ; ЖМ—ждущий мультивибратор; МХ—морской хронометр

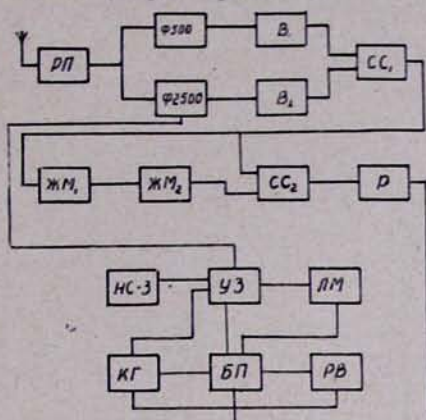


Рис. 2. Блок-схема регистрирующей автоматической станции.

РП—радиоприемник. Ф500 и Ф2500—фильтры. СС—схема совпадений; ЖМ—ждущий мультивибратор; Р—реле; НС-3—сейсмоприемник; УЗ—усилитель записи; РВ—реле времени; КГ—калибровочный генератор; ЛМ—лентопротяжный механизм; БП—блок питания

Блок-схема регистрирующей автоматической станции (РАС) показана на рис. 2. РАС состоит из радиоприемника «Спидола» и автомата включения, которые работают непрерывно, и регистрирующей части, которая включается по радио с центрального пункта только в момент взрыва. Сигнал включения, снимаемый с усилителя низкой частоты радиоприемника, подается на фильтры Ф500 и Ф2500. Отфильтрованные сигналы после выпрямления поступают на вход схемы совпадений СС₁, на выходе которой при совпадении фронтов импульсов выделяется П-импульс продолжительностью 1,5 сек (длительность сигнала запуска). После дифференцирования передним фронтом этого импульса запускается ждущий мультивибратор ЖМ₁, длительность импульса которого составляет 1,4 сек, задним фронтом импульса мультивибратора ЖМ₁ запускается ждущий мультивибратор ЖМ₂. П-импульс мультивибратора ЖМ₂ длительностью 0,2 сек подается на один из входов схемы совпадений СС₂. На второй вход этой схемы подается импульс от заднего фронта импульса схемы совпадений СС₁. В том случае, если этот импульс пройдет во время действия импульса с мультивибратора ЖМ₂, на выходе схемы совпадений СС₂ появится импульс, сработает реле Р₁ и, таким образом, произойдет включение лентопротяжного механизма станции, усилителя записи и калибровочного генератора. На входе

усилителя записи (УЗ) включен сейсмоприемник НС-3. В момент включения начинает работать реле времени (РВ), которое через 2 мин 50 сек переключает вход усилителя записи с сейсмоприемника на калибровочный генератор (КГ). Спустя 10 сек реле времени выключает питание схемы регистрации и станция возвращается в ждущий режим.

Принципиальная схема усилителя записи регистрирующей автоматической станции изображена на рис. 3. Вход усилителя—трансформаторный (Тр₁). Первые два каскада усилителя выполнены на транзисторах П27А, что позволило снизить уровень собственных шумов усилителя



Рис. 3. Принципиальная схема усилителя записи

до 0,3—0,5 мкВ. Регулировка коэффициента усиления ступенчатая. Максимальный коэффициент усиления равен $4 \cdot 10^4$. Полоса пропускания усилителя 3—17 гц. Фильтр (Т₂₅ и Т₂₆), выполненный на транзисторах типа МП103 и МП42Б, позволяет получить завал правой части частотной характеристики с крутизной до 30 дБ/окт. Генератором подмагничивания служит—генератор, собранный на транзисторе типа МП106 (Т₃₂). Частота подмагничивания 3 кГц, ток подмагничивания 1 мА. В качестве записывающей головки использована двухдорожечная головка магнитофона «Яуза-10». Калибровочный генератор представляет собою генератор синусоидальных колебаний с фазовращающей цепочкой в цепи отрицательной обратной связи (Т₃₀, Т₃₁ типа МП106). Амплитуда калибровочного сигнала на входе усилителя равна 20 мкВ, частота 10 гц. Питание всех схем регистрирующей станции производится от стабилизатора напряжения.

Техническая характеристика регистрирующей станции РАС. Включение регистрирующих станций производится сигналом запуска с центрального пункта по радио. Удаление регистрирующих станций от центрального пункта определяется расстоянием уверенной работы рации в телефонном режиме (при работе с рацией РС-25М—до 40 км).

Регистрация взрывов производится на магнитную ленту типа 6 (ширина ленты 6,25 мм, толщина 55 мк). Принцип записи—непосредственный. Число каналов записи—2. Двигатель—мотор постоянного тока. Скорость протяжки ленты—5 мм/сек, динамический диапазон записи—35 дБ.

Частотная характеристика тракта регистрации с сейсмоприемником НС-3 постоянна по скорости в диапазоне частот от 3 до 17 гц.

Максимальное увеличение на частоте 10 гц составляет 300 тыс. Регулировка увеличения ступенчатая.

Коэффициент усиления усилителя записи $4 \cdot 10^4$. Шум, приведенный ко входу, не более 0,5 мкВ. Завал частотной характеристики усилителя

в сторону низких частот равен 6 дБ/окт, в сторону высоких частот— 30 дБ/окт.

Температурный диапазон работы станции +5 +35°С.

Продолжительность одного цикла регистрации 2 мин. Количество циклов регистрации без смены ленты 150.

Ток потребления регистрирующей станции в режиме ожидания 25 мА, в режиме записи—700 мА.

Напряжение питания—источник постоянного тока напряжением 12 ± 1 в.

Габариты регистрирующей станции $280 \times 220 \times 310$ мм, вес—около 8 кг (без источников питания).

При использовании аккумуляторов типа СЦС-15 время непрерывной работы станции составляет 10 суток при производстве 150 циклов включения.

Макет автоматической станции для регистрации взрывов прошел лабораторные и полевые испытания. Образец записи взрыва показан на рис. 4. Расстояние от пункта взрыва до станции 110 км. Взрыв про-



Рис. 4. Образец записи взрыва.

1—запись марок времени; переданных по радию; 2, 3, 4, 5—запись взрыва на различных фильтрациях

изведен в море, вес заряда 140 кг. Макет регистрирующей станции находился на расстоянии 7 км от пункта запуска. В течении 8 суток непрерывной работы станции было записано 43 взрыва. За это время было два ложных включения. Пропусков записи взрывов не наблюдалось. При перезаписи использовался магнитофон «Яуза-5», на котором была установлена двухдорожечная головка магнитофона «Яуза-10». Запись велась на свето-лучевом осциллографе Н-700. Коэффициент трансформации при воспроизведении составил 38. Марки времени переписаны через усилитель магнитофона, а рабочий сигнал через полупроводниковый усилитель с полосовыми фильтрами, аналогичными фильтру усилителя записи станции РАС (полоса пропускания фильтра 100—300 гц).

Институт физики Земли АН СССР

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыкунов Л. Н., Седов В. В. Донный сейсмограф, «Известия АН СССР», физика Земли, № 8, 1967.
2. Мартынов Е. М. Бесконтактные переключающие устройства, Госэнергоиздат, 1961.