

Новый электродинамический сейсмоприемник ускорений

Рыжов А.В., ГФУП ВНИИГеофизика, г. Москва

Разработками сейсмоприемников ускорений во ВНИИГеофизике с начала 90-х годов было открыто новое направление в развитии электродинамических сейсмоприемников. Сейсмоприемник вертикальных ускорений СВУ, созданный в 1992 году [1, 2, 4], отличался от известных конструкций электродинамических сейсмоприемников скорости тем, что каждый из двух воздушных зазоров магнитной системы образован между полюсным наконечником, установленным на постоянном магните, и полюсным наконечником, установленным в магнитопроводе. Такая конструкция магнитной системы позволяла сконцентрировать магнитный поток в воздушных зазорах и увеличить в них магнитную индукцию. Создание необходимой высокой степени затухания потребовало увеличения доли объема каждого воздушного зазора, предназначенного для размещения короткозамкнутого каркаса катушки, и применения алюминиевого сплава, имеющего удельное сопротивление 2810^{-8} Ом, для изготовления этого каркаса СВУ имел параметры: частотный диапазон от 2,8 до 225 Гц, динамический диапазон 166 Дб, коэффициент преобразования по ускорению $0,045 \text{ Всм}^{-1}$, КНИ 0,1%, предельный угол наклона 90° , сопротивление обмотки катушки 880 Ом, масса преобразовательного блока 130 г.

Как видим, в СВУ не удалось получить уровень КНИ сравнимый с супер- и ультрафонами, предназначенными для работы в составе современных телеметрических полевых систем, поэтому нами был разработан новый электродинамический сейсмоприемник ускорений [3] с низким (менее 0,01 %) уровнем КНИ.

Магнитная система сейсмоприемника ускорений (см. рис. 1) состоит из постоянного магнита 1, двух полюсных наконечников 2 и 3, магнитопровода 4 и двух одинаковых полюсных наконечников 5, установленных в магнитопроводе. Полюсные наконечники 2 и 5, 3 и 5 образуют в магнитной системе два воздушных зазора. Фланцы 6 и 7 обеспечивают соосное расположение полюсных наконечников 2 и 3 с полюсными наконечниками 5 магнитопровода.

Механическое колебательное звено состоит из инерционного тела - катушки 8, двух одинаковых пружин 9, соединяющих катушку с магнитной системой, и двух одинаковых электромагнитных демпферов - проводящих каркасов 10 катушки, размещенных в воздушных зазорах магнитной системы. Две одинаковые катушки и размещенные на проводящих каркасах катушки и размещенные в воздушных зазорах магнитной системы, являются электродинамическими преобразователями.

Распределение магнитной индукции в воздушном зазоре и за его пределами изображено графиком 12.

Конструктивные параметры сейсмоприемника ускорений имеют обозначения μ и μ_0 - зазоры между полюсными наконечниками и катушкой, D и L_0 - диаметр и длина постоянного магнита, L_1 - глубина паза для размещения обмотки, L_2 - длина паза для размещения обмотки, $L_{\mu 0}$ - длина полюсного наконечника, L_{μ} - расстояние от края полюсного наконечника до точки пересечения прямых, аппроксимирующих распределение магнитной индукции в воздушном зазоре, L_3 - толщина стенки полюсного наконечника, Δ - длина воздушного зазора. Максимальное значение магнитной индукции в воздушном зазоре обозначено через B_m .

Проведенные экспериментальные исследования распределения магнитной индукции в

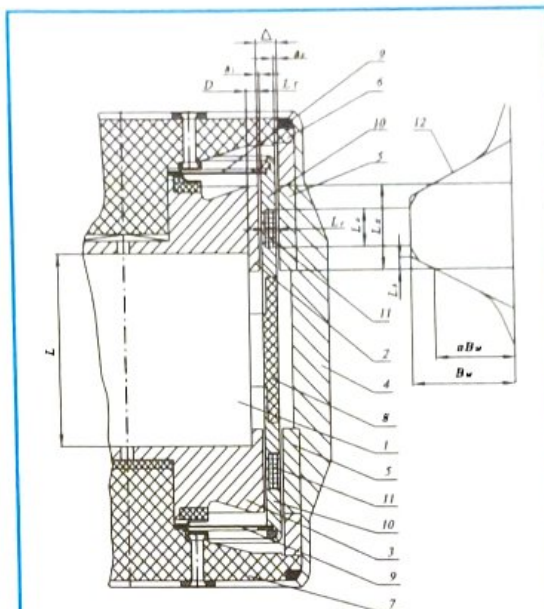


Рис. 1. Конструкция преобразовательного блока сейсмоприемника с графиком распределения магнитной индукции в воздушном зазоре магнитной системы

воздушных зазорах магнитных систем с полюсными наконечниками на постоянном магните и магнитопроводе показали: магнитная индукция имеет максимальное и постоянное значение, равное B_m , начиная с точки, расположенной на расстоянии Δ от одного края полюсного наконечника, и, заканчиваясь в точке, расположенной на расстоянии Δ , до другого края полюсного наконечника на длине, равной $L_{\mu}-2\Delta$.

Если обмотки не будут выходить за эти пределы при максимальном сигнале и максимальном угле наклона корпуса, то сейсмоприемник ускорений будет иметь малый КНИ.

Для вертикального сейсмоприемника ускорений возможно более рациональное использование длины, равной $L_{\mu}-2\Delta$. Расположив катушку в

СЕЙСМОПРИЕМНИКИ: РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Вспомогательная постоянная магнетизация может быть введена с помощью постоянных магнитов или при этом магнитная индукция может быть обеспечена постоянными электромагнитами или постоянными магнитами, расположенными по периметру или по окружности или магнитная индукция может быть обеспечена постоянными магнитами, расположенными по периметру или по окружности.

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1). Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1). Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (1)$$

где L — длина постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

Для того чтобы найти магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1), найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (2)$$

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1). Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (3)$$

где $\vec{M}$ — магнетизм длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1). Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (4)$$

где $\vec{M}$ — магнетизм длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1). Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (5)$$

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (6)$$

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (7)$$

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (8)$$

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (9)$$

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (10)$$

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (11)$$

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (12)$$

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (13)$$

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (14)$$

Найдем магнетизм $\vec{M}$ длинной постоянной магнетизации L , диаметра D и длины $2L$ (рис. 1).

$$\vec{M} = \frac{4\pi}{3} \frac{D^3}{4\pi} \frac{dI}{dt} = \frac{D^3}{3} \frac{dI}{dt} \quad (15)$$

В формулах (10) и (14) для расчета D и L остался не известным коэффициент усреднения квадрата магнитной индукции q . В соответствии с [4] значение q получим, вычислив отношение квадрата распределения магнитной индукции на длине L_M к B_M^2 .

$$q = \frac{\int_0^{L_M} B_x^2 dx}{B_M^2 L_M} \quad (15)$$

где B_x — текущее значение магнитной индукции

Непосредственно из рисунка найдем

$$\frac{\int_0^{L_M} B_x^2 dx}{B_M^2 L_M} = \frac{B_M^2 (L_M - 2L_N)}{B_M^2 L_M} + \frac{2 \int_0^{L_N} [nB_M + (B_M - nB_M)x/L_N]^2 dx}{B_M^2 L_M} \quad (16)$$

Подставив (16) в (17), после вычислений получим

$$q = \sqrt{1 - \frac{2L_N}{L_M} \left[1 - \frac{1+n(1+n)}{3} \right]} \quad (17)$$

Полученные формулы (10) и (14), связывающие D и L с выбранными параметрами сейсμοприемника, постоянного магнита и значениями коэффициентов, позволяя, задавшись размерами воздушного зазора, вычислить размеры постоянного магнита. По этому способу были рассчитаны параметры электродинамического сейсμοприемника вертикальных ускорений СВУ-3.

Изготовленный и испытанный СВУ-3 имеет следующие параметры: частотный диапазон от 2,6 до 260 Гц; динамический диапазон 160 дБ; коэффициент преобразования по ускорению 0,12 В/см; КНИ 0,01%; предельный угол наклона 90°; сопротивление обмотки катушки 2000 Ом; масса преобразовательного блока 160 г.

Расчетные размеры преобразовательного блока СВУ-3 превышают аналогичные размеры электродинамических сейсμοприемников скорости, широко применяемых в сейсморазведке. Частотный диапазон СВУ-3 соответствует частотному диапазону сейсмического сигнала. Динамический диапазон СВУ-3 соответствует известным оценкам динамического диапазона сейсмического сигнала и намного превышает динамический диапазон сейсмического канала записи современных телеметрических сейсморазведочных станций. СВУ-3 преобразует сейсмические сигналы с амплитудами на верхнем пределе динамического диапазона станций при КНИ не более 0,01%. Эффективное значение напряжения, создаваемого тепловым шумом обмотки СВУ-3 меньше эффективного значения напряжения, создаваемого собственным шумом сейсмического канала записи на его выходе и приведенного к его входу.

Литература

1. Рыжов А.В., 1997, Сейсμοприёмник ускорений: Патент РФ 2098844: Б. И., 34.
2. Рыжов А.В., 1992, Электродинамический преобразовательный блок сейсμοприёмника ускорений: Патент РФ 1720037: Б. И., 10.
3. Рыжов А.В., 2000, Электродинамический сейсμοприёмник ускорений с наименьшим коэффициентом нелинейных искажений: Патент РФ 2155358: Б. И., 24.
4. Рыжов А.В. Электродинамический сейсμοприёмник ускорений // Прикладная геофизика. - М.: Недра. 1994. Вып. 131.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

СПИСОК ВЫСТАВОК ЭКСПОЦЕНТРА НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

АПРЕЛЬ 22-23

Выставка КОМТЕК-2003

СВЯЗЬ-ЭКСПОКОММ 2003

15-я международная выставка систем и средств связи, компьютеров и оргтехники

ИЮНЬ 24-27

Выставка МНОГ (Нефть и Газ) 2003

СЕНТЯБРЬ 8-12

ИНФОКОМ 2003 ИНФОКОММУНИКАЦИИ РОССИИ XXI ВЕК

3-я международная выставка-форум по телекоммуникациям, новым инфокоммуникационным технологиям и приложениям

ОКТАБРЬ 20-24

НАУКА. НАУЧНЫЕ ПРИБОРЫ-2003

7-я международная выставка приборов и научных исследований

ОКТАБРЬ 20-24

СПЕКТРАНСПОРТ-2003

8-я международная выставка специальных и специализированных средств транспорта

СПИСОК ВЫСТАВОК ITE (INTERNATIONAL TRADE and EXHIBITION)

МАРТ 25-28

MINTEK 2003

7-я Московская международная выставка "Горное дело и горное оборудование"

АПРЕЛЬ 3-5

TURKIOG 2003

3-я Турецкая международная выставка и Конгресс "Нефть и газ", г. Стамбул

МАЙ 5-7

OGU 2003

7-я Узбекская международная выставка и конференция "Нефть и газ", г. Ташкент

ИЮНЬ 24-26

Petroleum & Gas Congress 2003

1-ый Российский нефтегазовый Конгресс, г. Москва

ИЮНЬ 24-27

MIOGE 2003

7-я Московская международная выставка "Нефть и газ"

СЕЙСМОПРИЕМНИКИ: РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ И СИСТЕМ