

СТРУННЫЙ ГРАВИМЕТР

Определение характеристик гравитационного поля Земли (ускорения g и аномалий Δg) широко используется во многих отраслях науки и техники – в авиационной и космической технике, в геологии, геодезии и геофизике. Авиационная гравиметрическая система (АГС) применяется для определения характеристик гравитационного поля Земли. Проведенный анализ гравиметров АГС показал, что на сегодняшний день достижимой есть точность авиационных гравиметрических измерений 3...10 мГл. Однако, для решения задач поисковой гравиметрии и коррекции инерциальных навигационных систем (ИНС) аэрогравиметрическая съемка требует существенного повышения точности та быстродействия авиационных гравиметрических измерений до 1 мГл. Это связано, прежде всего, с необходимостью повышения точности гравиметра, развитием методов автоматической компенсации ошибок измерения Δg , с усовершенствованием математической модели АГС, решением проблем фильтрации возмущающих воздействий в выходном сигнале гравиметра АГС.

Всем известным гравиметрам АГС присущи как преимущества, так и существенные недостатки, среди которых основными являются: низкая точность измерения (3-10 мГл); обязательная необходимость применения процедуры фильтрации выходного сигнала гравиметра АГС; нестабильность статического передаточного коэффициента гравиметра АГС, вызванная изменениями свойств конструктивных элементов; невысокое быстродействие и отсутствие возможности оперативной обработки информации.

Струнные гравиметры имеют высокую точность измерения, высокую вибрационную и ударную прочность, надежность, частотно-модулированный выходной сигнал, большую мощность выходного сигнала, а также малые габариты и вес. Они позволяют выполнять быструю и точную цифровую регистрацию ускорений g . К преимуществам также следует отнести малую постоянную времени, что важно при измерениях на самолете, и почти неограниченный диапазон измерения входных величин без перестройки прибора.

Рассмотрим принцип работы СГ. Схематично струнный гравиметр представлен на рис. 1. Масса 2 подвешена на струне 1. Под действием g образуется сила инерции mg . Под влиянием силы инерции струна будет колебаться с определенной частотой. Эта частота будет зависеть от массы m , длины l и плотности материала струны ρ . Как следствие, измерение g сведется к измерению частоты колебаний струны. Однако, частоту можно измерять только в том случае, если колебания будут незатухающими. Поэтому струна помещается между полюсами постоянного магнита 3. Если на концы струны подать переменное напряжение, то она начнет вибрировать. Поскольку струна включена в резонансный контур, её колебания поддерживаются за счет применения усилителя в положительной обратной связи. Изменение g в этом случае регистрируется как изменение частоты генератора. Изменение частоты определяется путем сравнения с частотой эталонного генератора. Чтобы обеспечить необходимое демпфирование массы 2, её изготавливают из меди и помещают между полюсами демпферных магнитов 4. При движении в меди образуются токи Фуко, образуя необходимое затухание. От движения в горизонтальной плоскости масса 2 удерживается тонкими горизонтальными лентами, упругие силы которых малы по сравнению с массой 2.

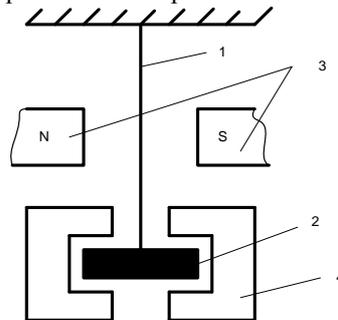


Рис. 1. Струнный гравиметр: 1 – струна, 2 – масса, 3 – магнит, 4 – демпферный магнит

Частота колебаний струны связана с g уравнением:

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{mg}{\rho}},$$

где m - масса; l - длина струны; ρ - плотность материала струны.

Чтобы определять Δg с точностью в 1 мГл, частоту необходимо определять с относительной точностью не ниже $0,5 \cdot 10^{-3}$ Гц.