

фундамент-грунтовое основание». Математическая модель системы строится на основании принципа минимума полной энергии системы и решение ее методом конечных элементов сводится к системе линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

Для пространственной задачи при конечноэлементном подходе получается СЛАУ очень больших размеров. При решении таких систем происходит значительное накопление вычислительных погрешностей. Для повышения точности решения использовался метод суперэлементов. Суть этого метода состоит в том, что большая пространственная задача разделяется на ряд небольших подзадач. Каждая подзадача строится для своей подобласти (суперэлемента) из расчетной области исходной задачи. Связи между суперэлементами осуществляются через их общие границы. Для каждого суперэлемента методом конечных элементов строится свое основное уравнение:

$$[K]\{U\}=\{F\},$$

где $[K]$ - матрица жесткости суперэлемента; $\{U\}$ - вектор узловых перемещений суперэлемента; $\{F\}$ - вектор узловых усилий суперэлемента.

Для реализации метода суперэлементов разработаны алгоритмы построения и упаковки подматриц и их обработки согласно метода суперэлементов.

Для проведения вычислительного эксперимента оценки влияния размеров вырезов ленточного фундамента на его осадку разработан графический интерфейс, с помощью которого легко изменять размеры вырезов, выбрать наиболее оптимальный вариант фундамента с вырезами.

Разработка приложения произведена в среде визуального проектирования программ Delphi 5.0.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАГНИТОМЕТРА НА ДАТЧИКЕ ХОЛЛА

В.В. Сарока
(БГТУ, Минск)

Магнитометры на основе датчиков Холла (ДХ) применяются для прецизионного измерения индукции магнитного поля. Измерения магнитных свойств материалов требуют точного (с погрешностью до 1%) измерения индукции низкочастотных (до 100 Гц) магнитных полей. При этом необходимо принимать меры по уменьшению погрешностей синфазного сигнала от управляющего тока ДХ, а также температурных дрейфов преобразователя и схемы.

Магнитометр на переменном токе с контурами подавления синфазного сигнала и термостабилизации работает в диапазоне $5 \times 10^{-5} - 10$

Тл. Первичным преобразователем измерителя индукции является ДХ ПХЭ 602.118В. Магнитометр работает следующим образом. Симметричные прямоугольные импульсы от генератора с частотой 10^3 Гц управляют коммутатором источников опорных напряжений и подаются на вход синхронного детектора. Импульсы $\pm 2,5$ В с коммутатора являются задающим сигналом для источника тока, состоящего из датчика и пропорционального регулятора. Нагрузкой источника является ДХ. Структура источника тока обеспечивает присоединение к общей точке нагрузки и сигнала задания. При этом от управляющего тока на выводах ЭДС Холла возникает синфазный сигнал. Дополнительное подавление синфазного сигнала на 40 дБ производит контур регулирования, состоящий из сумматора и усилителя.

Усилитель переменной составляющей ЭДС Холла состоит из измерительного и неинвертирующего усилителей. Усиленный сигнал поступает на синхронный детектор, на выходе которого чувствительность по полю составляет 4 и 40 В/Тл в диапазонах $0 \div 1$ и $0 \div 0,1$ Тл.

Погрешности аналоговой части обусловлены суммарной нелинейностью, погрешностями синфазного сигнала и температурными дрейфами. Нелинейность (0,2 %) определяется нелинейностью ДХ и тракта усиления. Температурные погрешности обусловлены дрейфами напряжений смещения, входных токов и остаточного напряжения, а также температурными дрейфами ЭДС Холла и коэффициентов усиления. Применение схемы на переменном токе с синхронным детектированием не позволяет подавить только дрейфы ЭДС Холла и коэффициентов усиления. Снижение температурных погрешностей обеспечивает система термостабилизации ДХ и схемы, термодатчиком которой служит входное сопротивление ДХ.

Напряжение с аналогового выхода усилителя поступает на цифровой блок, включающий Δ - Σ АЦП, генератор, монитор питания, микроконтроллер, индикатор, приемопередатчик интерфейса RS-232 и переключатель режимов работы. Микроконтроллер управляет работой устройства.

После калибровки относительная погрешность измерений индукции поля $10^{-4} \div 1$ Тл не более 0,2 %; $5 \times 10^{-5} - 10^{-4}$ – не более 0,5 % при изменении температуры окружающей среды от 0 до 70 °С.