

Результаты моделирования представлены на рис. 2, рис. 3 и рис. 4. При моделировании задавались следующие параметры: рис. 2 – $q = 0.5$, $\sigma = 0.1$; рис.3 – $q = 1$; $\sigma = 1$; рис.4 – $q = 2$, $\sigma = 1$.

Анализ моделирования позволяет говорить о соответствии полученных результатов известным теоретическим, следовательно, структура рис. 1 может быть использована для моделирования реальных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кловский Д.Д., Конторович В.Я., Широков С.М. Модели непрерывных каналов связи на основе стохастических дифференциальных уравнений / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1984. – 248 с.
2. Тихонов В.И., Кульман Н.К. Нелинейная фильтрация и квазикогерентный прием сигналов. – М.: Сов.радио, 1975. – 704 с.

УДК 621.317+539.143.44

И.О. Оробей, доцент; В.В. Сарока, магистрант

ПЕРВИЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИМПУЛЬСНОГО ЯМР-СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

The primary transformer of a spectrometer of a nuclear magnetic resonance intended for study of a qualitative and quantitative composition of substances is described. In operation the structure optimized on an induction in a working backlash of the primary transformer is described. The magnetic system of the primary transformer is constructed on the basis of stationary values of magnets with a reservation yoke. The radio-frequency part is executed on the basis of Bloch coils. The primary transformer is entered high-frequency blocks.

Спектрометры ядерного магнитного резонанса (ЯМР) широко применяются для определения состава и свойств веществ, дающих сигнал ЯМР. Наиболее критичным узлом радиоспектрометра является первичный преобразователь. Для использования в жестких условиях технологического процесса преобразователь должен обладать повышенной помехоустойчивостью по отношению к электромагнитным и механическим воздействиям, а также малым энергопотреблением. Этим требованиям удовлетворяет первичный преобразователь на основе постоянных магнитов с ярмом броневого типа. Кроме того, для получения сигнала ЯМР поле в рабочем зазоре в месте расположения образца должно быть не менее 0,1 Тл с относительной неоднородностью не более 10^{-5} [1]. Желательно, чтобы преобразователь мог быть использован в составе импульсного ЯМР – спектрометра. Схема преобразователя, удовлетворяющего перечисленным требованиям, представлена на рисунке.

Для получения первоначальной однородности магнитного поля отношение характерного размера полюсных наконечников (диаметра или стороны квадрата) к длине рабочего зазора должно быть не менее 5. По конструктивным соображениям необходима длина рабочего зазора 10 мм, поэтому габаритные размеры рабочего зазора выбраны равными $60 \times 60 \times 10$ мм. Для создания магнитного поля применены два постоянных магнита из феррита стронция 27СА220 с размерами $60 \times 60 \times 15$ мм. Расчет параметров магнитной системы проводился с целью получения максимальной индукции магнитного поля в центре рабочего зазора по методике, предложенной в [2]. Расчетное значение

индукции составило 0,145 Тл для магнитной системы с ярмом броневого типа, имеющим габаритные размеры 130x130x58 мм.

По результатам расчета изготовлена магнитная система преобразователя. Толщина полюсных наконечников оптимизированной магнитной системы составляет 4,5 мм, что выравнивает неоднородность намагничивания постоянных магнитов. Ферромагнитные вставки обеспечивают получение оптимизированных размеров магнитной системы. Кроме концентрации магнитного потока магнитная система броневого типа обеспечивает также защиту от электромагнитных помех. Ярмо выполнено из пластин электротехнической стали толщиной 1,5 мм. В центре рабочего зазора получено пятно однородного поля 10x10 мм с индукцией 0,15 Тл, что хорошо согласовывается с расчетным значением. Топография магнитного поля в рабочем зазоре снималась при помощи датчика Холла.

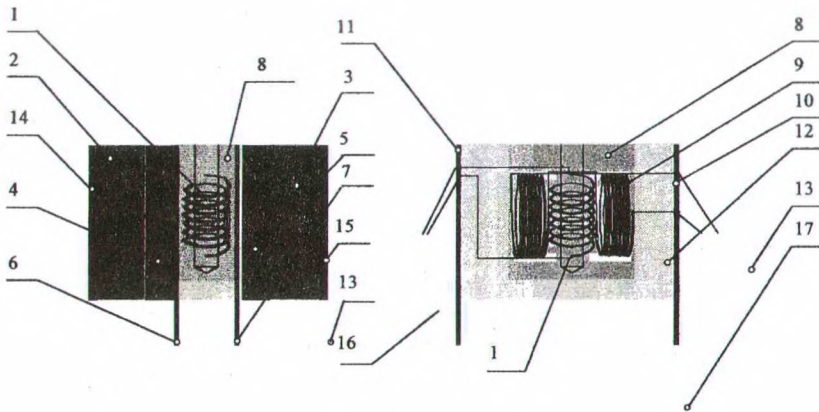


Рис. Первичный преобразователь импульсного ЯМР-спектрометра:

1 – приемная катушка; 2, 3 – постоянные магниты из феррита стронция 27СА220; 4, 5 – полюсные наконечники; 6, 7 – токовые шиммы; 8 – корпус кюветы из органического стекла; 9 – катушка возбуждения; 10, 11 – клемные колодки; 12 – латунный корпус кюветы; 13 – ярмо магнитной системы; 14, 15 – ферромагнитные вставки; 16 – приемный усилитель; 17 – блок управления вектором намагниченности

Кювета с анализируемым образцом имеет $\varnothing 5$ мм, длину 45 мм и проходит через пятно однородности. Радиочастотная часть спектрометра выполнена на основе скрещенных катушек Блоха, оси которых расположены под углом 90° . Рабочий объем кюветы с образцом находится в центре скрещенных катушек Блоха в пределах пятна однородности поля. Катушка возбуждения содержит 160 витков провода ПЭВ 0,2 мм и имеет индуктивность 134,5 μH , сопротивление 9,8 Ом. Ее ось ортогональна оси кюветы с образцом. Приемная катушка содержит 100 витков ПЭВ 0,2 мм, имеет сопротивление 2,13 Ом, индуктивность 46 μH . Она располагается соосно с кюветой.

Кювета с катушками Блоха монтируется на латунный корпус, имеющий плоскопараллельные рабочие поверхности, к которым прижимаются полюсные наконечники. Начальная однородность магнитного поля обеспечивается за счет параллельности плоскостей латунного корпуса. Окончательная юстировка поля осуществляется при помощи токовых шиммов, расположенных между полюсными наконечниками. Шиммы позволяют изменять градиент магнитного поля в двух взаимно ортогональных направлениях, что обеспечивает компенсацию остаточного или установку необходимого гра-

диента при помощи управляемых источников постоянного тока. Конфигурация токовых шиммов заимствована из [3]. Катушка возбуждения и приемная катушка экранированы медной фольгой, присоединенной к корпусу.

Выводы катушек и шиммов присоединяются к платам с электронными компонентами, которые смонтированы внутри ярма магнитной системы, что позволило уменьшить паразитные емкости и микрофонный эффект. На платах расположены блок управления вектором ядерной намагниченности и приемный усилитель сигналов ЯМР. Приемный усилитель выполнен в виде двухкаскадного дифференциального усилителя на высокочастотных транзисторах. Управление вектором ядерной намагниченности осуществляет высокочастотный источник синусоидального тока. Он представляет собой высокочастотный генератор с электронной перестройкой частоты и электронной регулировкой амплитуды генерируемых колебаний. В качестве задающего генератора источника тока использована схема автодина, приведенная в [4]. Для исключения взаимного влияния платы монтируются в экранирующих латунных корпусах.

Испытания первичного преобразователя проводились на водопроводной воде. Частота принимаемого сигнала от протонов воды составляла 6,38 МГц, что соответствует гиромагнитному отношению для протонов 42,57 МГц/Тл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леше А. Ядерная индукция: Пер. с нем. — М.: ИИЛ, 1963.
2. Постоянные магниты. Справочник / Под ред. Пятина Ю.М. — М.: Энергия, 1980.
3. Borer K., Fremont G. The nuclear magnetic resonance magnetometer type 9298 // CERN 77-19. Experimental physics division. 26.10.1977.
4. Пряхин А.Е. Следящий магнитометр ядерного магнитного резонанса с цифровой индикацией в гауссах // Приборы и техника эксперимента. — 1981—№ 6. — С. 127 — 131.

УДК 621.385.6

А.А. Полищук, доцент; Г.А. Михальцевич, ассистент

ВЛИЯНИЕ МОДУЛЯЦИОННЫХ ПОТЕРЬ НА ДИАПАЗОН И КРУТИЗНУ ЭЛЕКТРОННОЙ НАСТРОЙКИ В ГЕНЕРАТОРАХ РЕЗОНАНСНОГО ТИПА

It is shown that the energy loss account during the electron stream modulation by the high frequency field in the resonator clearance results in the sufficient change of the oscillation system figure of merit.

In the result the electronic tuning curves become assymmetrical.

В ряде работ, например [1], для упрощения влияния угла пролёта электронов через зазор резонатора в СВЧ-устройствах с отражательными полями действующее напряжение между обкладками резонатора усредняется по времени пролета электронов, т.е. берется какое-то среднее напряжение. Следовательно, учет конечного угла пролёта электронов сводится к уменьшению амплитуды модулирующего высокочастотного напряжения в "М" раз.

При прохождении однородного по плотности электронного потока с начальной скоростью U_0 через зазор резонатора конечной величины на него воздействует переменное модулирующее напряжение между сетками U_1 , в результате чего скорость на выходе из зазора изменяется, т.е. электроны в положительные полупериоды ВЧ-напряжения будут выходить с увеличенными скоростями, а в течение отрицательных