

537.622.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АМПЛИТУДЫ РАДИОЧАСТОТНОГО ПОЛЯ
НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ
ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВЫХ ЯЧЕЕК**

Власова М.А. (Университет ИТМО, АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»»),

Шевченко А.Н. (АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»)

Научный руководитель – кандидат технических наук, Безмен Г.В.

(АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»)

Введение. Одним из ключевых компонентов датчиков, работающих на эффекте магнитного резонанса (МР), например гироскопов и магнитометров с оптической накачкой [1-3], является газовая ячейка с парами щелочного металла. Перед установкой таких ячеек в датчики, необходимо проверять качество их изготовления и заполнения. Одним из методов контроля параметров газовых ячеек является получение линии магнитного резонанса и анализ её формы. Чувствительность магнитометрической схемы установки для определения этих параметров зависит от ряда величин: гиромангнитного отношения, концентрации щелочного металла в ячейке, времени жизни щелочного металла, а также объёма ячейки и продолжительности проведения измерений. При этом время жизни щелочного металла, зависящее от амплитуды индукции радиочастотного резонансного магнитного поля, является фактором, который вносит наибольший вклад в чувствительность схемы. Работа посвящена исследованию влияния амплитуды радиочастотного резонансного поля на форму резонансной линии, получаемой с помощью установки для контроля параметров газовых ячеек.

Влияние амплитуды на чувствительность магнитометрической схемы. Известно, что чувствительность магнитометрической схемы зависит от времени жизни щелочного металла, которое обратнопропорционально ширине линии магнитного резонанса [4]. Также известно понятие фактора качества магнитного резонанса, которое зависит от синфазной радиополю амплитуды M_x -сигнала и ширины линии резонанса [4]. Максимизация фактора качества производится, прежде всего, подбором оптимальной амплитуды резонансного радиополя: чем её значение больше, тем больше синфазная радиополю амплитуда сигнала M_x -резонанса. Однако увеличение амплитуды резонансного радиополя также приводит к уширению линии резонанса [5]. Таким образом, существует оптимальное значение амплитуды радиополя: оно определяется путем максимизации отношения синфазной амплитуды M_x -сигнала к ширине резонанса. Численно оптимальное значение амплитуды радиополя равно скорости релаксации, которая обратно пропорциональна времени жизни щелочного металла. В работе показано, что для разных ячеек (с антирелаксационным покрытием и без покрытия с добавлением буферного газа) оптимальная амплитуда радиополя будет разной.

Для эксперимента была взята газовая ячейка с буферным газом. В ней с помощью катушек задавались разные значения амплитуд резонансного радиополя. Амплитуда резонансного поля определяется силой тока и параметрами катушки (радиус, сопротивление материала, количество витков), поэтому для точности вычислений определялась оптимальная сила тока, задающая искомую оптимальную амплитуду поля. В ходе эксперимента получены зависимости синфазной радиополю амплитуды сигнала резонанса от силы тока и ширины линии резонанса от силы тока. Оптимальная сила тока (и, соответственно амплитуда) была найдена путём максимизации производной отношения сигнала к частоте радиополя.

Выводы. В работе исследовано влияние амплитуды радиочастотного резонансного поля на форму резонансной линии, получаемой с помощью установки для контроля параметров газовых ячеек. Выявлена зависимость достоверности определения параметров ячеек от фактора качества резонанса, а также от амплитуды резонансного радиополя. Подобрана амплитуда радиочастотного поля, обеспечивающая наилучшую чувствительность магнитометрической схемы установки при исследовании ячейки с буферным газом.

Список использованных источников:

1. Пешехонов В. Г. Перспективы гироскопии //XIII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2019, 2019. С. 36-38.
2. Вершовский А. К. и др. Гироскоп на ядерном магнитном резонансе: предельные характеристики //Гироскопия и навигация. – 2018. – Т. 26. – №. 1. – С. 100.
3. Голев И. М., Никитина Е. А., Заенцева Т. И. Магнитометрические датчики для систем навигации //Датчики и системы. – 2019. – №. 9. – С. 22-27
4. Вершовский А.К., Пазгалев А.С. Оптимизация фактора качества Мх-резонанса в условиях оптической накачки //Журнал технической физики, 2008,т. 78, в. 5
5. Han Yao, Hong Zhang at al. In situ determination of alkali metal density using phase-frequency analysis on atomic magnetometers //Measurement Science and Technology, - 2018