

МАГНИТОМЕТРИЯ

Ю. П. БОРИСОВА , Е. И. ДАШЕВСКАЯ , А. Н. КОЗЛОВ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩИХ ЯЧЕЕК МАГНИТОМЕТРОВ С ДВОЙНЫМ РАДИООПТИЧЕСКИМ РЕЗОНАНСОМ

В последнее время все более широкое распространение как высокочувствительные и абсолютные приборы получают магнитометры, использующие явление двойного радиооптического резонанса в парах щелочных металлов [1, 2, 3] и метастабильном гелии [4].

Важнейшим элементом магнитометра, определяющим ширину линии и интенсивность сигнала магнитного резонанса, является поглощающая ячейка — стеклянная камера, наполненная парами рабочего вещества.

В магнитной лаборатории ИЗМИР АН СССР разработана методика наполнения поглощающих ячеек и нанесения покрытий на их внутреннюю поверхность для калиевых, рубидиевых и цезиевых камер поглощения. Свойства парафинового и алкилсиланового покрытия стеклянных поверхностей, обеспечивающие сохранение спиновой ориентации при столкновениях атомов рабочего вещества со стенками ячеек, описаны в литературе [5, 6, 7]. Как показал опыт, сигнал магнитного резонанса при использовании предельных углеводородов длинных цепей (типа тетраконтана $C_{40}H_{82}$) в 1,5—2 раза больше, чем при алкилсилановых покрытиях. При алкилсилановом покрытии через 3—12 месяцев камера дает сигнал в 5—10 раз меньший, чем первоначально.

Эти результаты находятся в соответствии с работой [8]. Выбор соответствующего углеводорода определяется рабочей температурой поглощающей ячейки. Например, рабочая температура цезиевого магнитометра $20^\circ C$, поэтому для покрытий пригодны все высокомолекулярные парафины, начиная с эйкозана. В схеме рубидиевого магнитометра нами исследовались высокомолекулярные фракционные смеси парафинов со средней температурой плавления $60—114^\circ C$.

Схема пайки поглощающей ячейки на вакуумную установку дана на рис. 1. Отросток камеры поглощения с двумя перетяжками, образующими резервуар для щелочного металла 4, через трубку 3 припаивается к вакуумной системе. В один из верхних отростков / закладывается кусочек парафина весом в несколько миллиграммов. В другой отросток 2 вводится ампула с щелочным металлом или таблетка соли металла с соответствующим восстановителем (например, би-хромат рубидия с цирконием или хлористый рубидий с кальцием). Поглощающая ячейка после откачки до 10^{-5} торр подвергается обезгаживанию в течение 4 ч при $T = 420^{\circ}\text{C}$.

После обезгаживания кусочек парафина сталкивается в камеру заваренным в стекло железным стержнем, который перемещается магнитом. Затем с помощью легкого подогрева производится дистилляция парафина, в результате чего он произвольным образом ложится на стенки камеры. Однако полученные таким образом покрытия не являются

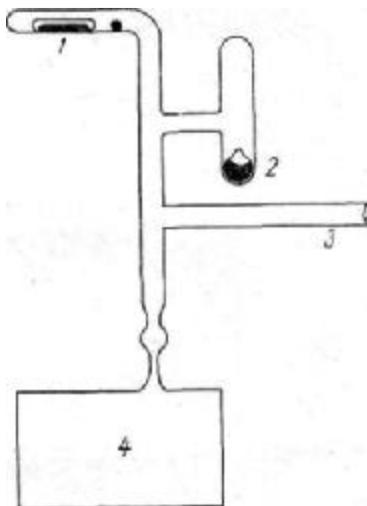


Рис.1 Схема пайки камеры поглощения на вакуумную систему.

однородными из-за того, что различные части поверхности колбы находятся в разных температурных условиях. Улучшение качества покрытия может быть произведено только после введения в камеру металла и отпайки ее от вакуумной системы. Нужно отметить, что при перегонке очень важно следить за тем, чтобы металл не попадал внутрь камеры в виде капель, так как это уширяет линию магнитного резонанса. Отпайка камеры производится при вакууме $10^{-6} - 2 \cdot 10^{-7}$ торр. Сразу после отпайки камера помещается в рабочую схему магнитометра с амплитудной модуляцией радиодиполя на частоте 18 гц и исследуются следующие основные характеристики ее: отношение сигнал/шум (полоса пропускания усилителя 2 гц) и ширина линии магнитного резонанса. Проверка качества покрытия стенок производится непосредственно с помощью внешнего зонда-соленоида, перемещаемого по поверхности камеры так, чтобы направление слабого радиочастотного поля зонда было перпендикулярно оптической оси прибора. Передвижение зонда по не-

скольким образующим при одновременной регистрации интенсивности сигнала обеспечивает обнаружение « дырок » в покрытии . После проверки камера помещается в термостат при температуре , превышающей температуру плавления парафина на $20\text{--}30^\circ\text{C}$, и остается в нем в течение $10\text{--}12$ ч, после чего производится постепенное снижение температуры до комнатной в течение $2\text{--}3$ ч. Аналогичные операции возгонки парафина и медленного охлаждения

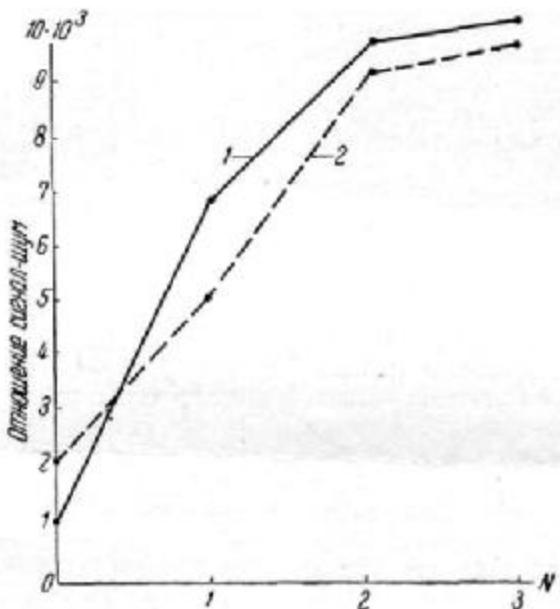


Рис. 2. Изменение отношения сигнал/шум от числа возгонок N парафина для двух цезиевых камер № 5 (1) и 14 (2).

повторяются несколько раз, причем после каждого цикла камера исследуется в схеме магнитометра описанным образом.

Для устранения возможного покрытия активной поверхности металла в резервуаре тонким слоем парафина отросток камеры 3 (рис. 1) подвергается слабому нагреванию после каждой возгонки. На рис. 2 и 3 представлены графики изменения интенсивности сигнала и ширины линии магнитного резонанса при повторных операциях возгонки для двух цезиевых камер. Как видно из графиков, улучшение качества покрытия, связанное с исчезновением « дырок », проявляется в возрастании отношения сигнал/шум и уменьшении ширины

линии, причем минимальное значение ширины линии резонанса определяется неоднородностью магнитного поля в объеме исследуемой ячейки.

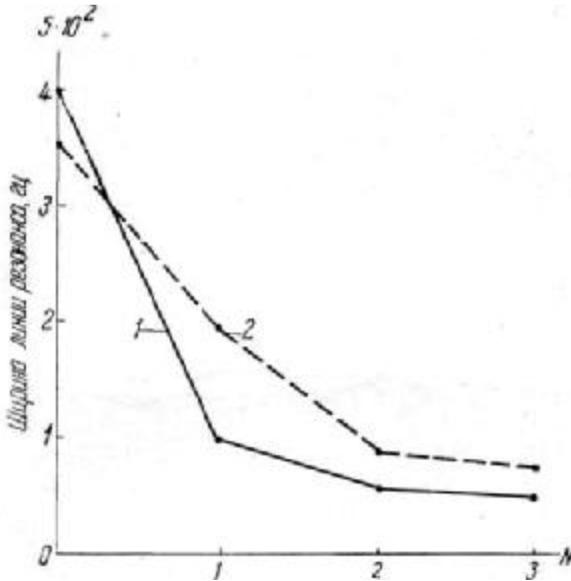


Рис. 3. Изменение ширины линии резонанса от числа вознонок N парафина для двух цезиевых камер № 5 (1) и № 14 (2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Skil1m ап Т., Bender P. L. J. Geophys. Res. 63, 513, 1958.
2. Parsons L. M., Wiatz Z. M. J. Sci. Instr. 39, 292, 1962.
3. Mal пар А., Mosnier J. Ann. radioelectr. 16, 3, 1961.
4. Keyser A., Rice J., Schearer L. J. Qeophys. Res. 66, 4163, 1961.
5. FranzenW. Phys. Rev. 115, 850, 1959.
6. Alley К. О. В книге „Advances in Quantum Electronics”, Columbia university press, 120, 1961.
7. Дашевская Е. И., Козлов А. Н. Аэрономия и геомагнетизм , 3, 171, 1963.
8. Жаботинский М. Е., Базаров Е. И., З олин В. Ф., Самохина М. А. Радиотехника и электроника , 8, 1483, 1963.