

ПРИБОР ДЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ

О. П. ЛОБАС, С. И. СМОЛЬЯНИНОВ

(Представлена научным семинаром секции органической химии)

Полная автоматизация химических предприятий невозможна без организации автоматического контроля производства. Поэтому в настоящее время задача создания методов и приборов для анализа сырья и продуктов в потоке является крайне актуальной. Для этой цели особенно перспективным является использование физических методов анализа. Именно физические методы и особенно развитие радиоэлектроники дают возможность применить в аналитическом контроле быстродействующие приборы, что, кроме обеспечения условий для автоматизации, во много раз увеличивает производительность труда персонала, занятого в лабораториях.

В последнее время для указанных целей находят все большее применение высокочастотные датчики, используемые, в частности, для определения концентрации различных веществ [1, 2, 3, 4, 5].

Настоящая работа посвящена изучению возможности применения куметрической схемы для определения концентрации веществ с использованием высокочастотного индуктивного датчика, а также созданию прибора, более удобного в практике, чем куметр.

При помощи куметра определяется, как известно, добротность (т. е. величина, характеризующая потери) электромагнитного колебательного контура.

При внесении в колебательный контур, например в катушку индуктивности, которая является таким образом датчиком, какого-либо вещества происходит расстройка контура, так как в генератор вводится дополнительная нагрузка.

Наши исследования проводились с индуктивным датчиком на куметрах КВ-1 и УК-1. Индуктивный датчик представлял собой полый цилиндрический каркас из диэлектрика, на который наматывался посеребренный провод.

Первоначально измеряется добротность индуктивного датчика при определенной резонансной частоте. Исследуемое вещество, помещенное в стеклянную пробирку, вносится внутрь каркаса датчика. При этом вследствие изменения индуктивности происходит расстройка контура и он вновь должен быть настроен на резонансную частоту путем изменения емкости. После надстройки добротность контура измеряется вторично. Переход на другую резонансную частоту датчика осуществляется изменением емкости.

Прежде всего, нами было исследовано влияние частоты электромагнитных колебаний контура с индуктивным датчиком на добротность последнего при введении серной и щавелевой кислот различной концентрации.

Частота менялась в пределах от 7,5 до 30 мГц. Опыты показали (рис. 1), что добротность датчика прямолинейно растет с увеличением

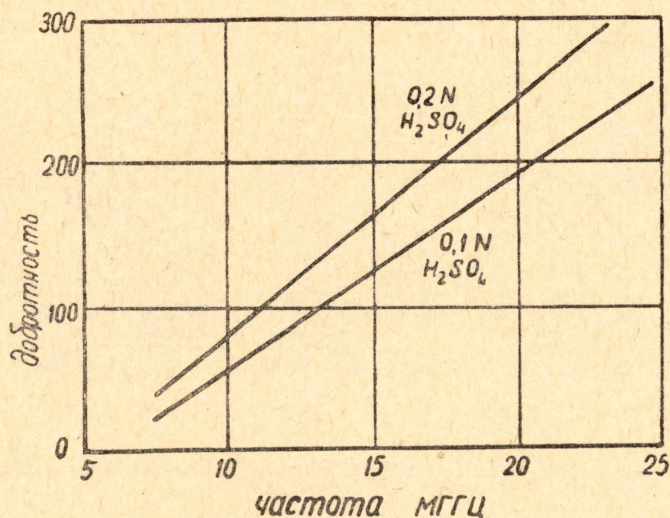


Рис. 1. Зависимость добротности контура (в катушку датчика помещен раствор серной кислоты) от частоты.

частоты. Указанная зависимость может быть выражена эмпирической формулой

$$\Delta Q = \kappa \cdot \omega + \nu,$$

где ΔQ — разность между добротностью собственно датчика и добротностью датчика с введенным веществом;

κ — постоянная для данной концентрации серной кислоты;

ω — частота;

ν — постоянная для данного вещества.

Для щавелевой кислоты прямолинейной зависимости не оказалось.

Схема окончательного варианта прибора представлена на рис. 2.

Изменение концентрации веществ с помощью высокочастотного датчика основано на изменении добротности контура, а следовательно, потребляемой энергии. Колебательный контур включен в анодную цепь генераторной лампы. Измерение отклонений тока в контуре производится с помощью микроамперметра, включенного в ламповый мост.

На этом приборе исследовалось влияние связи на чувствительность к изменению концентрации. Эта зависимость выражена графиком (рис. 3). Таким образом, оказывается возможным настраивать датчик на максимальную чувствительность.

Опытами также установлено, что наиболее чувствительными являются датчики с наибольшей добротностью при условии использования максимально возможных частот.

С помощью этого прибора удалось измерять концентрацию бикарбоната натрия до содержания 1600 мг/литр с точностью до 2 мг/литр при максимальном пределе, причем время определения исчисляется секундами. Типичный график зависимости анодного тока от концентрации раствора углекислого натрия приведен на рис. 4.

При пользовании прибором необходимо, чтобы посуда (пробирки) была одинаковой по размеру. Кроме того, следует учесть, что при про-

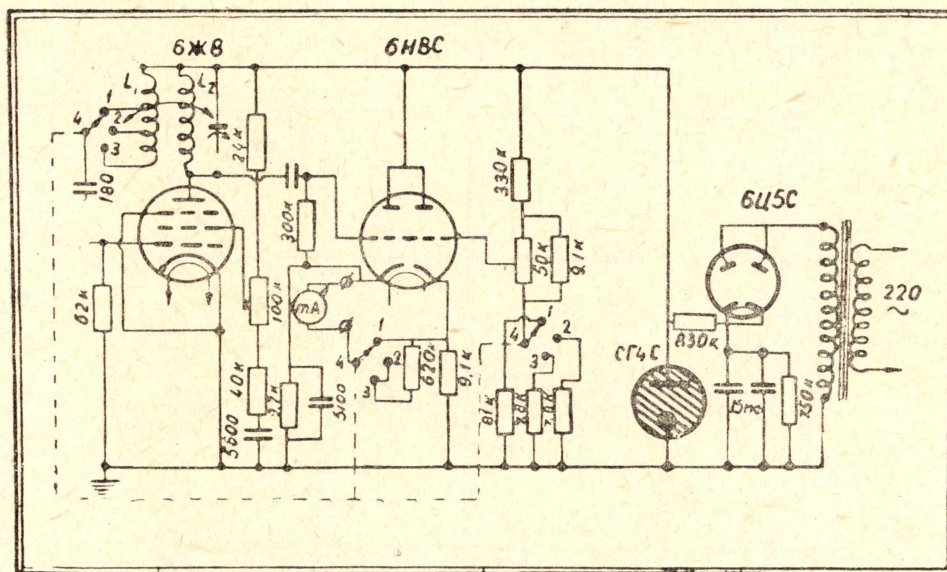


Рис. 2. Принципиальная схема генератора.

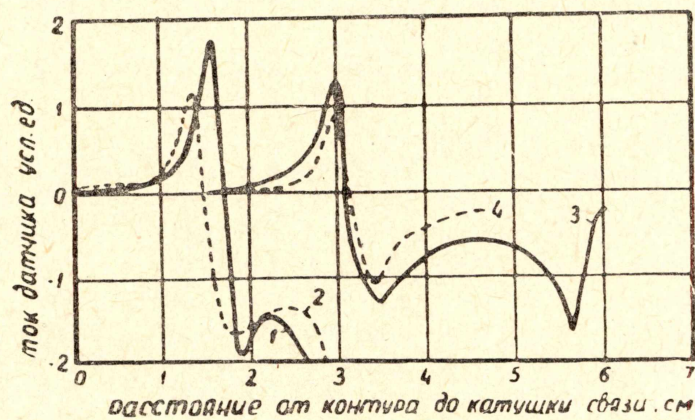


Рис. 3. Зависимость чувствительности датчика от удаления катушки связи и числа витков связи (нулевая точка соответствует току датчика без раствора): 1 — двусантиметровый раствор щавелевой кислоты; 2 — сантиметровый раствор щавелевой кислоты; 3, 4 — соответственно то же, но при увеличенном числе витков связи.

должительном пребывании исследуемого раствора в катушке датчика, температура его может повыситься, что исказит результаты. Вообще нужно заметить, что градуировочные графики, полученные при разных температурах, отличаются друг от друга во всех точках на постоянную

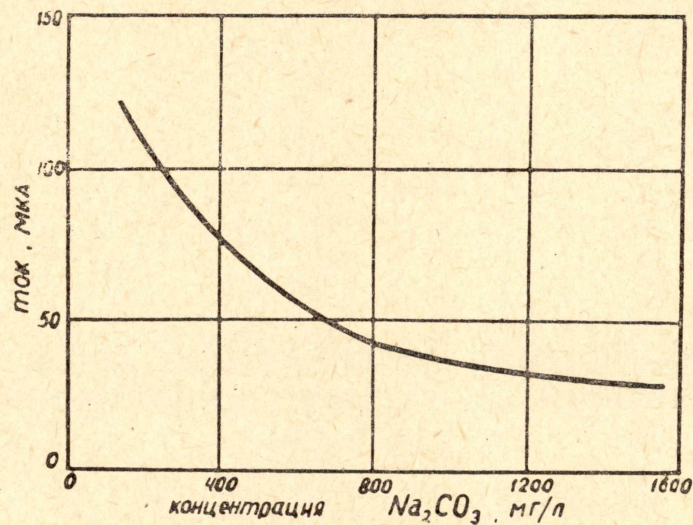


Рис. 4. Градуировочный график для измерения концентрации раствора карбоната натрия.

величину и поэтому температурная поправка может быть легко вычислена.

Выводы

1. Сконструирован прибор для высокочастотного определения концентрации с помощью индуктивного датчика. В основу прибора положена куметрическая схема.
2. Показано, что на чувствительность прибора влияют: характеристика катушки связи, добротность контура и частота электромагнитных колебаний. Более высокочастотные датчики с большей добротностью являются более чувствительными.
3. Предложена эмпирическая формула зависимости добротности контура с раствором серной кислоты от частоты электромагнитных колебаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. А. Капцан, В. А. Тепляков. Высокочастотное титрование. Ж. Аналитической химии, вып. 3, 1953.
2. В. А. Заринский, Д. И. Кошкин. Высокочастотное титрование. Ж. Аналитической химии, вып. 1, 1954.
3. В. А. Заринский, Д. И. Кошкин. Высокочастотное титрование. Ж. Аналитической химии, вып. 2, 1955.
4. В. А. Заринский, Н. Р. Пандельберг. Высокочастотное титрование. Заводская лаборатория, № 3, 1955.
5. В. Мелкузян. Высокочастотные кондуктометры. Радио, № 2, 1961.