

ДАТЧИК-МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЬ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ИНОРОДНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ТКАНЯХ ЖИВОГО ОРГАНИЗМА

Д. К. АВДЕЕВА, И. Г. ЛЕЩЕНКО

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры информационно-измерительной техники)

В [1, 2, 3, 4] описаны металлоискатели, предназначенные для обнаружения инородных металлических тел в тканях живого организма. Задача точного определения местоположения инородных металлических включений в тканях живого организма, особенно в процессе хирургических операций, а также проблема повышения чувствительности датчика-металлоискателя сохранила свою актуальность до настоящего времени. В [5] сообщаются результаты исследований чувствительности накладного токовихревого датчика к телам, попадание в организм которых является наиболее вероятным (стальные иглы, дробины, пули и т. д.). Выбрана оптимальная геометрия катушки с сердечником и без него, получена максимальная чувствительность датчика к обнаруживаемым предметам. На основании применения датчика с оптимальными параметрами был разработан прибор «Металлоискатель токовихревой медицинский — МИТМ-1», который получил практическое применение в хирургических клиниках.

В данной работе сообщаются результаты экспериментальных исследований датчиков новой конструкции, которые имеют высокую точность определения местоположения инородного металлического тела и сохраняют при этом достаточно большую чувствительность и дальность действия. В обычном датчике, представляющем однослойную катушку с ферритовым сердечником, увеличение точности определения местоположения инородного металлического тела, связанное с уменьшением диаметра датчика, приводит к уменьшению дальности действия датчика-металлоискателя.

Конструкция предлагаемого датчика представлена на рис. 1, а.

Датчик-металлоискатель представляет собой две коаксиальные, равные по длине, катушки I и II с совмещенными торцами, установленными таким образом, что витки внутренней катушки I непосредственно укладываются на ферритовый сердечник III, длина которого значительно больше диаметра. Наружная катушка II располагается над внутренней, образуя кольцевой воздушный зазор. Катушки включаются последовательно согласно в контур высокочастотного генератора.

Осевые характеристики датчиков определяются зависимостями от носительной чувствительности датчиков $\frac{\Delta L}{L_0}$ (ΔL — абсолютное изменение

ние индуктивности датчика при внесении металлического шара в его поле вдоль оси датчика, L_0 — начальная индуктивность датчика) от расстояния l (мм) между торцом датчика и шаром. Эксперименты проводились с помощью измерителя емкостей и индуктивностей Е 12-1.

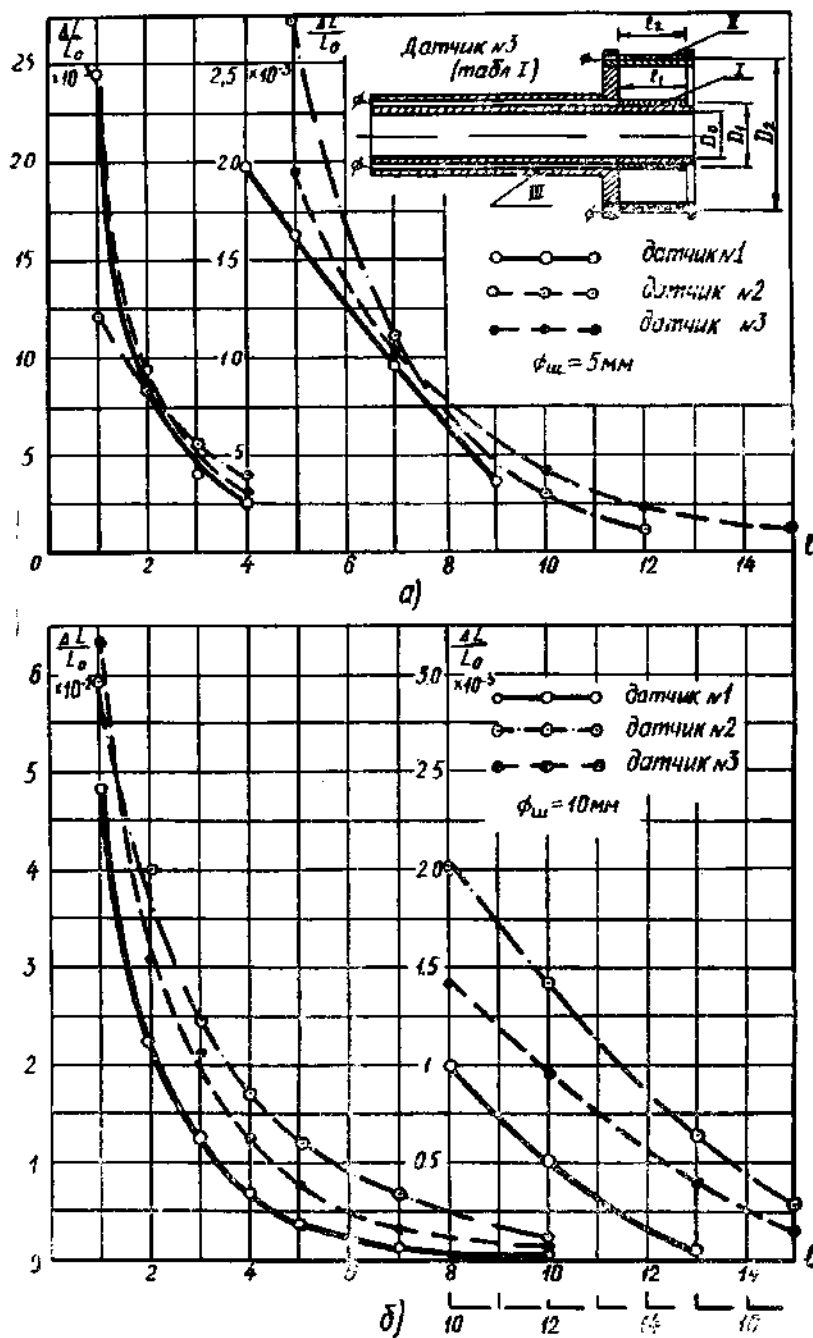


Рис. 1

В качестве примера на рис. 1 изображены некоторые характерные зависимости чувствительности датчиков к медным шарам диаметром 5 мм (рис. 1,а) и 10 мм (рис. 1,б), геометрические размеры которых представлены в табл. 1.

На основании проведенных исследований (рис. 1 а, б) был сделан вывод, что датчик 3 имеет большую чувствительность как к малым, так и большим металлическим телам по сравнению с датчиком 1, имеющим одинаковый диаметр сердечника и несколько меньшую чувствительность к большим телам по сравнению с датчиком 2.

Таблица 1

№ пп.	Диаметр сердечника D_c (мм)	Диаметр внутренней катушки D_1 (мм)	Диаметр наружной катушки D_2 (мм)	Длина внутренней и наружной катушек $l_1 = l_2$ (мм)	Кол-во катушек	Включение катушек
1	2,8	—	4	10	1	—
2	10	—	12	10	1	—
3	2,8	4	12	10	2	последов. согласно
4	10	12	30	10	2	последов. согласно

С целью выявления локальности обнаружения датчиком металлических тел различных размеров проведены исследования диаграмм направленности датчиков. На рис. 2 приведен пример для трех датчиков применительно к медному шару диаметром 5 мм, расположенному на

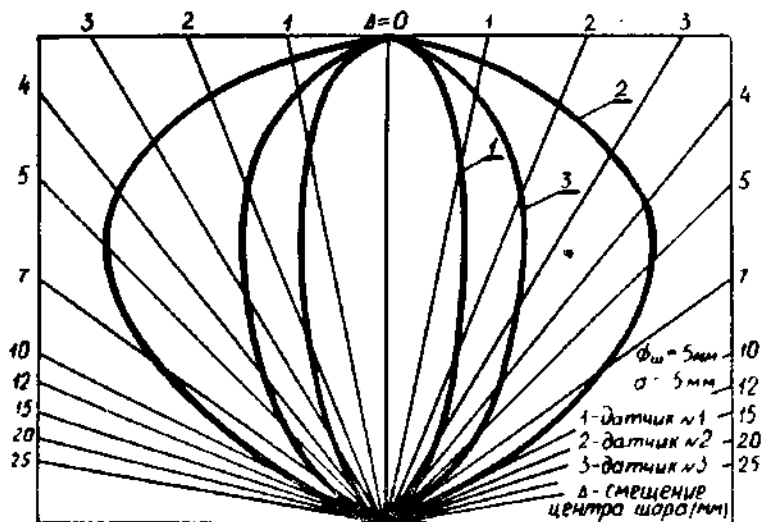


Рис. 2

расстоянии 5 мм от торца датчика. В данном случае датчик 3 имеет лучшую направленность, чем датчик 2. В данном эксперименте диаграммы получены при смещении медного шара относительно оси симметрии датчика по радиусу через каждый миллиметр.

С целью определения оптимальных геометрических параметров датчиков с последовательно включенными обмотками на рис. 3 и 4 а, б приведены результаты экспериментальных исследований

с датчиком 4. На рис. 3 изображены диаграммы направленности при различных диаметрах наружной катушки (D_2) при постоянной длине внутренней (l_1) и наружной (l_2) катушки, равной 10 мм. Как видно из рис. 3, наиболее узкую диаграмму направленности имеет датчик с диаметром внешней катушки 30 мм. Диаграмма направленности 6 пока-

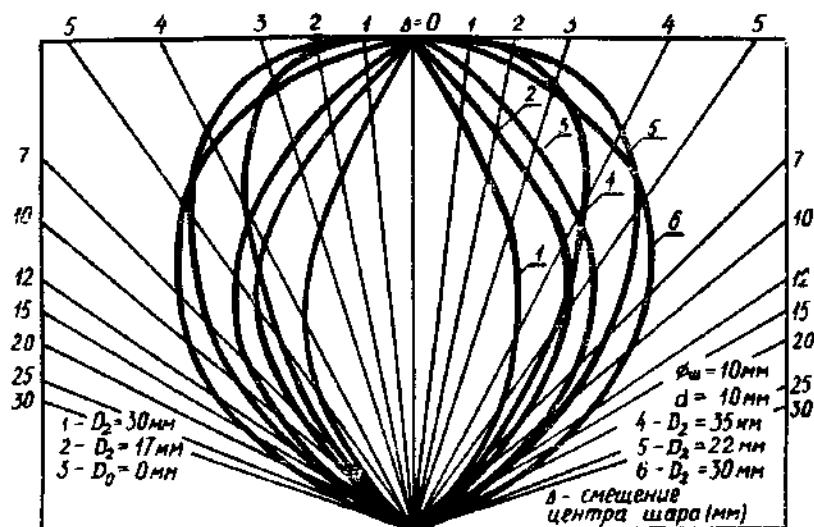


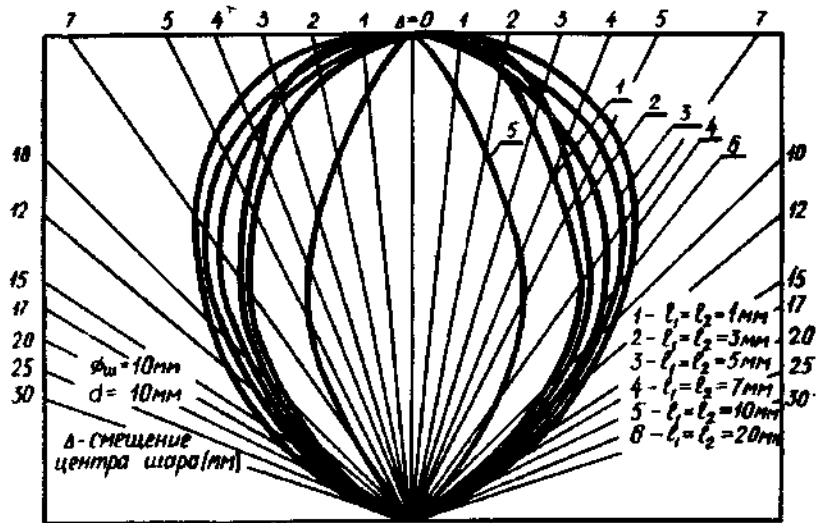
Рис. 3

зывает роль внутренней катушки и получена для датчика с наружным диаметром 30 мм при отсутствии внутренней катушки. Результаты исследований показывают, что благодаря наличию катушки 1 происходит перераспределение поля у торца датчика, вследствие чего увеличивается локальность датчика и повышается чувствительность его к малым однородным металлическим телам.

На рис. 4 представлены диаграммы направленности датчика и зависимости чувствительности его при данном расстоянии (d) между торцом датчика и шаром от длины внутренней и наружной катушек для оптимального диаметра внешней катушки, равного 30 мм. Наиболее узкую диаграмму направленности имеет датчик с $l_1 = l_2 \neq 10$ мм, при этом (рис. 4, б) чувствительность датчика мало отличается от максимальной. Смещение торцов катушек датчика относительно друг друга приводит к понижению чувствительности и расширению диаграммы направленности.

На основании полученных оптимальных геометрических размеров датчиков с последовательно включенными обмотками на ферритовом сердечнике сконструирован универсальный металлоискатель, имеющий узкую диаграмму направленности и достаточно высокую чувствительность как к малым, так и большим металлическим телам, находящимся в тканях живого организма. В результате этого в процессе хирургических операций не будет возникать необходимость в смене датчиков и в дополнительной настройке аппаратуры. Кроме того, увеличение точности определения местоположения обнаруживаемого предмета значительно уменьшает степень травмирования тканей при опера-

циях по удалению инородных металлических тел из тканей живого организма.



a)

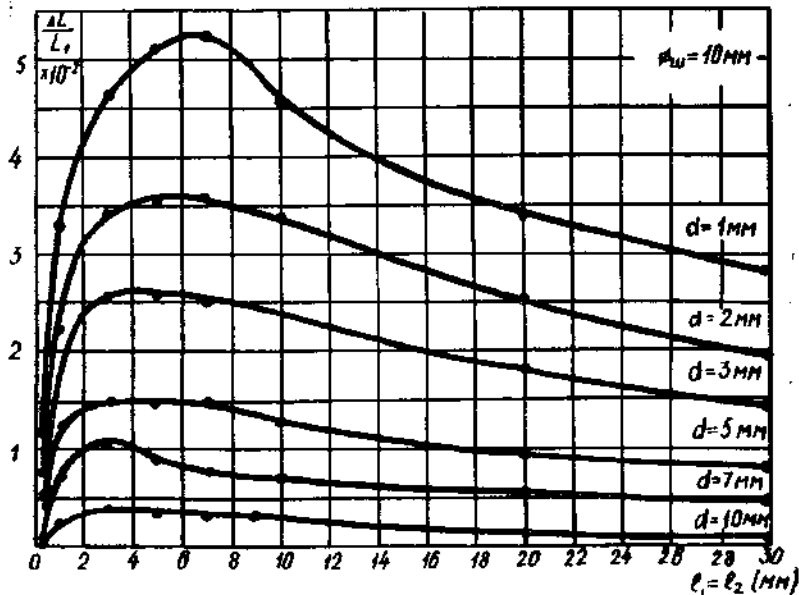


Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Д. Мирошниченко, А. Н. Головин. Авторское свидетельство № 103504. Бюллетень «Изобретения, промышленные образцы и товарные знаки», 8, 1956.
2. А. И. Деркач, А. Г. Лабург, И. В. Филиппов. Авторское свидетельство № 65664. Бюллетень «Изобретения, промышленные образцы и товарные знаки», 1, 1946.
3. А. И. Портнягин, В. Н. Шукетов, В. П. Леман. Авторское свидетельство № 186081. Бюллетень «Изобретения, промышленные образцы и товарные знаки», 18, 1966.
4. Р. И. Янус и др. Авторское свидетельство № 200114. Бюллетень «Изобретения, промышленные образцы и товарные знаки», 16, 1967.
5. Д. К. Авдеева, И. Г. Лещенко, В. К. Жуков, Ю. К. Земляков. Токвихревые датчики и прибор для обнаружения инородных металлических предметов в тканях живого организма. Сб. докладов Всесоюзной научно-технической конференции «Современные методы и средства контроля материалов и изделий без разрушения», 18—20 ноября 1970, г. Минск.