

Практически для вихрековых преобразователей и реальных случаев контроля имеем $\alpha > 1$. Следовательно, соотношение (14) можно упростить (пренебрегая 1 по сравнению с $\frac{\alpha^2}{4}$) и записать в виде

$$\Delta_{\lambda} = \frac{2\sqrt{2}\pi \delta Q D(\alpha)}{B^2 \Omega} \quad (15)$$

Следовательно минимально необходимая при контроле зона локальности пропорционально связана с допускаемой погрешностью измерения и шумом вихрекового преобразователя. Кроме того, на выбор зоны локальности существенно влияет характер изменения контролируемого параметра, повышая требования к локальности с ростом величины и частоты его амплитудных колебаний вдоль направления контроля.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Смайт В. Электростатика и электродинамика, ГУИИ, М., 1954.
2. Соболев В.С., Шкарлет Ю.М. Накладные и экранные датчики, Новосибирск, "Наука", 1967.
3. Герасимов В.Г. Электромагнитный контроль однослойных и многослойных изделий. М., "Энергия", 1972.
4. Стратонович Р.А. Избранные вопросы теории флуктуации в радиотехнике, М., "Советское радио", 1961.
5. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника, М., "Советское радио", 1966.
6. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., "Наука", 1973.

УДК 681.325

В.Н.Буров, Ю.А.Малавичев

АВТОМАТИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИЯ ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ В ИНДУКЦИОННОМ МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЕ

В вопросе создания приборов эффективного обнаружения металлических тел важное значение имеет решение задачи автоматической

компенсации влияния дестабилизирующих факторов в индукционных металлоскаторах с компланарным двухкатушечным преобразователем

1. Конструкция преобразователя (рис. 1) не позволяет эффективно использовать его в условиях влияния дестабилизирующих факторов, таких как температура, влажность, вибрация, агрессивные среды. Их влияние приводит к смещениям катушек преобразователя из положения компенсации напряжения в измерительной катушке, наводимого магнитным полем токовой катушки, что резко снижает чувствительность и стабильность работы всего устройства.

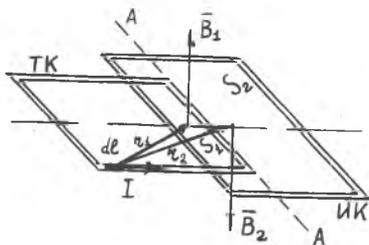


Рис. 1. Двухкатушечный компланарный индукционный преобразователь

и стабильность работы всего устройства. Условия компенсации напряжения в измерительной катушке двухкатушечного компланарного преобразователя имеет вид

$$\int_{S_1} \bar{B}_1 dS_1 = \int_{S_2} \bar{B}_2 dS_2, \quad (1)$$

где $\bar{B}_1, (\bar{B}_2)$ - магнитная индукция через часть площади $S_1, (S_2)$ измерительной катушки.

После некоторых преобразований выражение (1) можно записать в виде

$$\int_{S_1} \phi \frac{dl}{r^2} \sin \varphi_1 dS_1 = \int_{S_2} \phi \frac{dl}{r^2} \sin \varphi_2 dS_2 \quad (2)$$

где dl - элемент длины контура L токовой катушки; φ - наименьший угол между dl и r .

Таким образом, в двухкатушечном компланарном индукционном преобразователе возможна только геометрическая компенсация. Взаимным механическим смещением токовой и измерительной катушек добиваются такого соотношения площадей S_1 и S_2 , при котором выполняется условие компенсации (2). Однако, этот способ отличается большой инерционностью, трудоёмкостью и не поддаётся автоматизации. Поэтому его целесообразно применять в основном в процессе настройки при

изготовлении преобразователя.

Автоматическую компенсацию напряжения первичного поля и дестабилизирующих факторов можно осуществить введением в преобразователь дополнительной токовой катушки. Для трехкатушечного компланарного преобразователя, изображенного на рис.2 условие компенсации имеет вид

$$\begin{aligned} & \bar{I}_1 \int_{S_{11}} \int_{L_1} \phi \frac{dl_1}{r_{11}^2} \sin \varphi_1 \cdot dS_{11} - \bar{I}_2 \int_{S_{12}} \int_{L_2} \phi \frac{dl_2}{r_{12}^2} \sin \varphi_2 \cdot dS_{12} = (3) \\ & = \bar{I}_2 \int_{S_{21}} \int_{L_2} \phi \frac{dl_2}{r_{21}^2} \sin \varphi_3 \cdot dS_{21} - \bar{I}_2 \int_{S_{22}} \int_{L_2} \phi \frac{dl_2}{r_{22}^2} \sin \varphi_4 \cdot dS_{22} \\ & \bar{I}_1 \cdot F_1 = \bar{I}_2 \cdot F_2 \end{aligned}$$

где \bar{I}_1 ; \bar{I}_2 - токи в токовых катушках; r_{11} ; r_{12} ; $(r_{21}$; $r_{22})$ - расстояние от элемента dl_1 (dl_2) до точки, в которой определяется индукция; φ_1 ; φ_2 ; φ_3 ; φ_4 - углы между элементами длины dl и расстоянием r ; S_{11} ; S_{12} ; $(S_{21}$; $S_{22})$ - соответственно, части площади измерительной катушки над первой (второй) токовой катушкой и вне её; F_1 ; (F_2) - функция геометрических параметров первой (второй) токовой катушки и измерительной катушки и их взаимного положения.

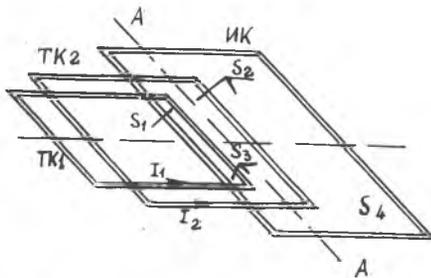


Рис.2 Трехкатушечный компланарный индукционный преобразователь

Анализ формулы (3) показывает, что совместно с геометрической компенсацией можно производить и электрическую за счет выбора соотношения токов \bar{I}_1 и \bar{I}_2 . Для реализации этой возможности токовые катушки должны быть несколько смещены в разные стороны отно-

сительно положения, в котором обеспечивается геометрическая компенсация. Выбором величин токов в каждой токовой катушке, или в

одной, можно добиться равенства трансформаторных ЭДС, наводимых каждой катушкой в измерительной и, следовательно, компенсация первичного поля токовых катушек.

На рис. 3 приведен вариант устройства с трехкатушечным компланарным индукционным преобразователем, обеспечивающим возмож-

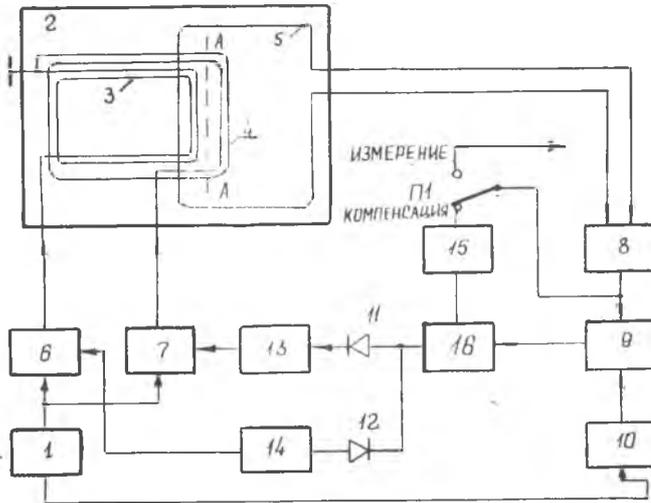


Рис. 3. Металлоискатель с автоматической компенсацией влияния дестабилизирующих факторов

ность автоматической компенсации дестабилизирующих факторов, где 1 - генератор, 2 - преобразователь, 3,4 - токовые катушки, 5 - измерительная катушка, 6,7 - аттенуаторы напряжения, 8 - селективный усилитель, 9 - фазовый детектор, 10 - фазовращатель, 11,12 - диоды, 13,14 - усилители постоянного тока с памятью выходного сигнала, 15 - пороговое устройство с интегратором, 16 - ключ. Устройство имеет два режима работы: ИЗМЕРЕНИЕ, КОМПЕНСАЦИЯ.

В режиме "компенсация" в первичном электромагнитном поле индукционного преобразователя не должно находиться металлических предметов, искажающих первичное поле. В этом случае сигнал рас-
согласования, вызванный различными дестабилизирующими факторами

преобразуется в измерительном устройстве и через аттенюаторы 6 или 7 управляет амплитудой тока в полезадающих катушках. Нарушение геометрической компенсации в преобразователе приводит к появлению на выходе измерительной катушки напряжения раскомпенсации, фаза которого может дискретно изменяться на 180° . В этом случае положительный или отрицательный сигнал с выхода фазового детектора разделяется диодами, запоминается и воздействует через аттенюаторы на амплитуду тока в полезадающей системе 3,4. При этом сигнал раскомпенсации уменьшается. Если уровень сигнала раскомпенсации стал ниже заданного уровня срабатывания в пороговом устройстве, то ключ закрывается, лампочка индикации сигнала раскомпенсации в 15 гаснет. Прибор готов к работе в режиме "измерение". В этом режиме уровень компенсации поддерживается аттенюаторами, управляемыми напряжением с запоминающего устройства.

Экспериментальная проверка трехкатушечного компланаторного индукционного преобразователя показала высокую эффективность компенсации первичного электромагнитного поля в условиях воздействия дестабилизирующих факторов. Наибольшая степень компенсации и стабильности наблюдалась у преобразователей, токовые катушки которых имеют одинаковую геометрию, одинаковые намоточные данные, а плоскости витков 3-х катушек практически совпадают.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Молочнов Г.В. "Способы исключения первичного поля в индукционных методах". Сб. "Геофизическое приборостроение", 1964, вып.20.