

возмущений и некоторым видам аварийных режимов, оставаясь при этом электромагнитно совместимым с сетью во всех режимах работы.

Список литературы: 1. Системы стабилизации тока с релейным управлением./ Ю. П. Самчелев, В. Г. Дрючин, Ю. В. Скурятин, И. С. Шевченко // Электротехника и электроэнергетика. – 2004. – №1. 2. Пат. 66628, МПК Н02М 7/12 Регульоване джерело струму Скурятин Ю. В. Самчелев Ю. П., Шевченко И. С заявник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. – №U2003087623; заявл. 12.08.2003; опубл. 25.05.2007, Бюл. № 7. 3. Пат. 63609, МПК Н02М 7/12. Регульоване джерело живлення / Белоха Г.С. Дрючин В.Г., Самчелев Ю. П., Шевченко И. С.; заявник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. – №U201103998; заявл. 04.04.2011; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 19.

Надійшла до редколегії 27.02.2013

УДК.62-83:612.313

Высокоэффективный источник питания с релейным управлением / Г. С. Белоха // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. – № 18 (991). – С. 51-56. – Бібліогр.: 3 назв.

Наведено результати моделювання режимів роботи високоефективного джерела живлення з релейним керуванням. Підтверджені інваріантність джерела до дії збурень, його високий ступінь електромагнітної сумісності з мережею і широкі функціональні можливості.

Ключові слова: високоефективний, релейне керування, інваріантність, електромагнітна сумісність, джерело струму.

The results of simulation of modes of work of highly effective source of power supply with relay control. We confirmed the invariance of the source to the action of perturbation, its high degree of electromagnetic compatibility with the network and extended functionality.

Keywords: highly efficient, relay control, invariance, electromagnetic compatibility, the current source.

УДК 620.179

Г. М. СУЧКОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»;
М. Е. ПОЗНЯКОВА, аспірант, НТУ «ХПІ»

РАЗДЕЛЬНО-СОВМЕЩЕННЫЙ ЭМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОСЕЙ

В статье представлена разработка раздельно-совмещенного ЭМА преобразователя, приведена его электрическая схема, принцип работы, а также результаты экспериментального исследования преобразователя.

Ключевые слова: электромагнитно-акустический преобразователь, высокочастотная катушка, генератор зондирующих импульсов.

Актуальность работы. Значительной частью разработчиков приборов с электромагнитно-акустическими (ЭМА) преобразователями считается, что ЭМА преобразователи (ЭМАП) обладают низкой чувствительностью [1]. Анализ известных

© Г. М. Сучков, М. Е. Познякова, 2013

работ показывает, что одной из главных причин такого мнения является отсутствие согласования входа преобразователя с выходом генератора (ГЗИ), питающего устройство, и выхода ЭМАП со входом предварительного усилителя. Поэтому, разработка согласованного ЭМАП является актуальной задачей.

Основная часть. Анализ работы преобразователя показывает, что его высокочастотная (ВЧ) катушка должна быть согласована с выходом ГЗИ и быть к ней подключенной при прохождении зондирующего импульса тока. С другой стороны, во время выполнения измерений катушка должна быть отключена от ГЗИ, исключая, таким образом, попадание на вход усилителя помех, формируемых элементами ГЗИ. С третьей стороны зондирующий импульс не должен попадать на вход усилителя. Выход ЭМАП должен быть согласован с входом усилителя. Типичная, для традиционного совмещенного варианта, схема подключения ВЧ катушки ЭМАП показана на рис. 1. Работает схема следующим образом. При поступлении от ГЗИ высоковольтного импульса быстродействующие электронные ключи K_1 , K_2 , K_3 из встречно – параллельно включенных диодов открываются и образуется низкодобротный параллельный резонансный контур из конденсаторов C_1 , C_2 и L , согласованный по частоте и импедансу с выходом генератора. После завершения зондирующего импульса электронные ключи K_1 , K_2 , K_3 закрываются. Выход ГЗИ и конденсатор C_1 отключаются от ВЧ катушки. Образуется последовательный колебательный контур из индуктивности ВЧ катушки L и конденсатора C_2 , согласованный с входом усилителя по частоте и импедансу. Для электронных ключей целесообразно использовать диоды Шотки, обладающие малой проходной емкостью, низким динамическим сопротивлением, высоким быстродействием. Они способны пропускать токи в десятки ампер.

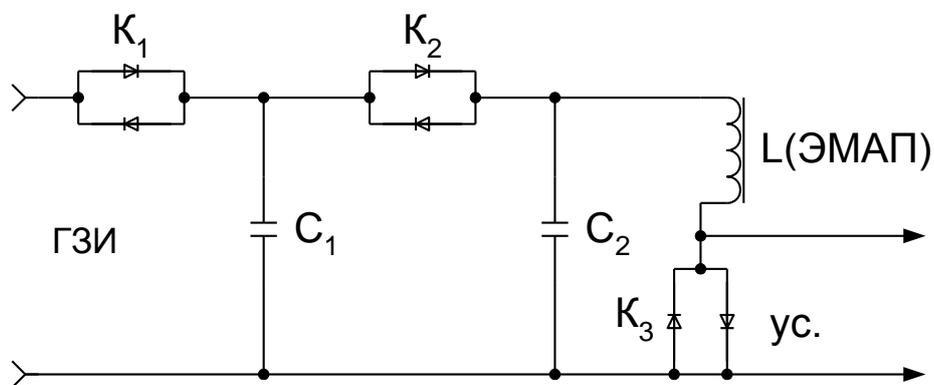


Рис. 1 - Принципиальная электрическая схема согласования ВЧ катушки совмещенного ЭМАП.

Подходы к построению ЭМАП, позволили разработать оригинальную конструкцию ЭМАП, которая позволяет повысить его чувствительность к дефектам, обусловленную низким соотношением амплитуд полезного сигнала и шума. В разработанном преобразователе, рис.2, витки катушек $L1$, $L2$ индуктора И наматывают параллельно и включают согласно по магнитному полю. Между индуктором и источником поляризирующего магнитного поля M устанавливают электромагнитный экран \mathcal{E} с низким коэффициентом преобразования электромагнитной энергии в аку-

стическую, например медный, состоящий из 1...3 пластин толщиной много менее 0,1 длины волны ультразвуковых колебаний. К входу индуктора параллельно подключают емкость $C1$ и резистор $R1$, а затем через диодные ключи $VD1$ - $VD4$ к выходу высокочастотного симметрирующего трансформатора $Tr2$. Вход трансформатора $Tr2$ через симметричную двухпроводную экранированную линию связи DL подсоединяют к выходу согласующего высокочастотного трансформатора $Tr1$, на вход которого подают питающее напряжение заданной частоты.

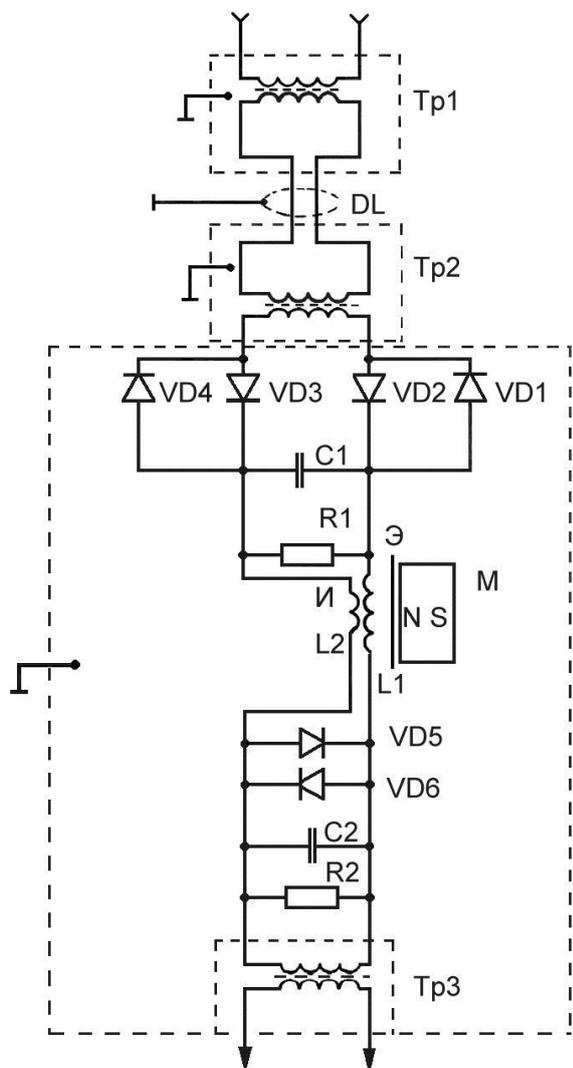


Рис. 2 - Согласование прямого раздельно-совмещенного ЭМАП

ческими проводниками преобразователя.

При зеркально-теновом или теновом контроле конденсатор $C1$ с проводниками индуктора $L1$, $L2$, ключами $VD1$ - $VD6$ и выходом трансформатора $Tr2$ должны образовать резонансную систему с собственной частотой, равной частоте напряжения питающего генератора и равной частоте возбуждаемых ультразвуковых колебаний. Конденсатор $C2$ с проводниками индуктора $L1$, $L2$, конденсатором $C1$ и входом $Tr3$ должны образовать резонансную систему с собственной частотой, равной частоте ультразвуковых колебаний. В этом случае резисторы $R1$, $R2$ могут быть исключены.

К выходу индуктора ЭМАП параллельно подсоединяют диодные ключи $VD5$ - $VD6$, конденсатор $C2$, резистор $R2$, и вход согласующего трансформатора $Tr3$, с выхода которого полезный сигнал поступает на вход усилителя высокой частоты.

Выполнение всех цепей и элементов ЭМАП симметричными двухпроводными и экранированными позволяет практически полностью исключить воздействие внешних электромагнитных помех на полезный сигнал. При этом соотношение полезный сигнал/шум увеличивается. Трансформаторы $Tr1$ и $Tr2$ совместно с $VD1$ - $VD4$, $R1$ и $C1$ позволяют в полной мере согласовать выход ЭМАП с усилителем, исключив потери полезной энергии и уменьшив вредные наводки. Электромагнитный экран \mathcal{E} не позволяет возбуждаться акустическим когерентным помехам в источнике магнитного поля M и препятствует наводкам на индукторе I преобразователя.

Все элементы ЭМАП помещаются в электромагнитный экран, соединенный с общей шиной "земля", но не соединенный ни в одном месте с рабочими проводниками преобразователя.

При контроле изделий эхо методом сопротивления резисторов R1, R2 устанавливаются такими, чтобы мертвая зона ЭМАП была минимальной и практически равнялась или была близка величине, определяемой по формуле:

$$d = t c,$$

где d – мертвая зона преобразователя, мм;

t – длительность импульсов питающего напряжения, мкс;

c – скорость распространения ультразвуковых колебаний в материале контролируемого изделия, мм/мкс.

Кроме того, при эхо контроле конденсаторы C1, C2 выбирают такими, чтобы они образовывали соответствующие контуры с собственной частотой, отличающейся от частоты тока питающего генератора, что позволяет существенно уменьшить мертвую зону ЭМАП. Как правило, собственная частота контуров должна отличаться на 10-30 % от частоты возбуждаемых ультразвуковых колебаний в область более высоких частот.

Диоды VD1-VD6 должны быть быстродействующими импульсными с низким динамическим сопротивлением, способными пропустить ток с выхода трансформатора Тр2.

В некоторых случаях, при наличии на выходе питающего генератора выходного трансформатора, трансформатор Тр1 можно исключить. При этом проводники выходного трансформатора питающего генератора не должны соединяться с шиной “земля”. Аналогично можно поступить с трансформатором Тр3, если на входе усилителя имеется входной трансформатор с проводниками, которые не соединены с шиной “земля”.

При отсутствии существенных внешних электромагнитных помех индуктор ЭМАП И может быть выполнен только одним проводником. В этом случае точка соединения C1, R1, VD3, VD4 соединяется с общей точкой соединения VD5, VD6, C2, R2 и одной жилой Тр3.

Проводники индуктора ЭМАП могут выполняться любой упомянутой ранее формы. Например, для возбуждения и приема волн Лэмба, Релея и под углом к поверхности изделия проводники выполняют в виде гребенчатой структуры с шагом, пропорциональным длине волны ультразвуковых колебаний.

Витки проводников индуктора ЭМАП могут располагаться как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости или в комбинации этих плоскостей. Диаметр проводников индуктора и их число существенного значения не имеют.

Источник поляризуемого магнитного поля, его форма, размеры и т.д. могут быть любыми: постоянный магнит, электромагнит, импульсный электромагнит и т.д. и определяются требованиями к контролю конкретного изделия.

Работает ЭМАП следующим образом. С питающего генератора на вход трансформатора Тр1 поступают мощные радиоимпульсы с заданными длительностью t и частотой заполнения f . Трансформатор Тр1 согласовывает выход генератора с линией передачи энергии DL, длина которой может достигать десятки метров. Трансформатор Тр2 согласовывает выход линии DL с дальнейшими элементами преобразователя, одновременно симметрируя передаваемые импульсы тока. Под

воздействием поступившего напряжения ключи VD1 - VD6 открываются. Образуется электрический контур из R1, C1, L1, L2. В проводниках индуктора И формируются импульсы тока с частотой f , действующие период времени t . Импульсы тока создают импульсы электромагнитного поля, воздействующего на поверхность контролируемого изделия. Одновременно к этому же участку контролируемого изделия прикладывают поляризирующее магнитное поле посредством источника M. Воздействие поляризирующего магнитного поля и импульсов электромагнитного поля инициирует появление в изделии ультразвуковых импульсов с частотой f и длительностью t . Ультразвуковые импульсы распространяются в изделии, доходят до дефекта или до противоположной поверхности изделия, отражаются от них и возвращаются к ЭМАП. Взаимодействие ультразвуковых импульсов и поляризирующего магнитного поля приводит к появлению под индуктором ЭМАП электромагнитного поля, которое наводит в проводниках L1, L2 индуктора И ЭДС. Поскольку в это время (t) воздействие возбуждающего напряжения на ключи VD1 - VD6 прекращается, они закрываются. Поэтому при приеме эхо-сигналов от дефектов образуется электрический контур из C1, R1, L1, L2, C2, R2, напряжение с которого прикладывается к входу трансформатора Тр3. Трансформатор Тр3 согласовывает выход ЭМАП с входом усилителя, формируя на его входе импульсы напряжения сигналов от дефектов с максимальным соотношением амплитуд эхо-сигнала и шума. Дальнейшая обработка полученных сигналов производится по известным технологиям.

Выводы. Таким образом, был разработан ЭМА преобразователь с повышенной чувствительностью. Экспериментальная проверка преобразователя показала, что он позволяет обнаруживать дефекты в распространенных марках сталей, эквивалентные дефектам в виде торцевого сверления диаметром более 0,9 мм на расстояниях до 200 мм, получая при этом соотношение амплитуды эхо-сигнал/шум более 3...4 раз (без применения детектирования и средств обработки информации).

Надійшла до редколегії 15.03.2013

Список литературы: 1. Ермолов И. Н. Теория и практика ультразвукового контроля. - М.: Машиностроение, 1981. - 240 с.

УДК 620.179

Раздельно-совмещенный ЭМА преобразователь для ультразвукового контроля железнодорожных осей / Г. М. Сучков, М. Е. Познякова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х. : НТУ «ХПІ», – 2013. - № 18 (991). – С. 56-60. – Бібліогр.: 1 назв.

У статті представлена розробка роздільно-суміщеного ЕМА перетворювача, наведена його електрична схема, принцип роботи, а також результати експериментального дослідження перетворювача.

Ключові слова: електромагнітно-акустичний перетворювач, високочастотна котушка, генератор зондуючих імпульсів.

The article presents the development of dual element EMA transducer, given its electrical circuit, operating principles, as well as the results of an experimental study of the converter.

Keywords: electromagnetic acoustic transducer, high-frequency coil, generator probe pulses.