

2. Истомин В.А., Якушев В.С., Газовые гидраты в природных условиях, М.: Недра (1992).
3. Брандт А.А., Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах, М.: Физматгиз (1963).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭМАП НА УДВОЕННОЙ ЧАСТОТЕ

Смирнов Н.В.<sup>1\*</sup>, Михайлов А.В.<sup>2</sup>, Смородинский Я.Г.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> ИФМ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [NVSmirnov1994@yandex.ru](mailto:NVSmirnov1994@yandex.ru)

## STUDY OF NON-LINEAR EMAT EFFECTIVENESS

Smirnov N.V.<sup>1\*</sup>, Mikhaylov A.V.<sup>2</sup>, Smorodinskii Ya.G.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> IMP UB RAS, Yekaterinburg, Russia

Annotation. EMAT is perspective kind of non-destructive testing. However, linear EMAT effectiveness is very low and it is necessary to increase it in many times. For this purposes non-linear EMAT is used. Non-linear EMAT effectiveness was studied in comparison with linear EMAT effectiveness.

Электромагнитно-акустическое преобразование (ЭМАП) есть частичное превращение энергии электромагнитных колебаний в энергию акустических колебаний [1]. ЭМА преобразователи, в отличие от пьезопреобразователей, не требуют обеспечения непосредственного контакта с поверхностью объекта контроля, но относительно низкая эффективность ЭМА-преобразования (по сравнению с пьезопреобразователями) и громоздкость намагничивающих систем для создания подмагничивающих полей являются основными недостатками этого метода [2].

Возбуждение ультразвуковых колебаний ЭМА методом в ферромагнетиках за счет магнитострикционного эффекта возможно и без применения подмагничивающих полей. При этом, так как магнитострикционный эффект является четным, частота возбужденных в ферромагнитном объекте контроля ультразвуковых колебаний будет равна удвоенной частоте возбуждающего поля первичного ЭМА преобразователя.

Исследование эффективности ЭМАП на удвоенной частоте проводилось на основе анализа зависимостей амплитуд принятых сигналов от величины зазора между первичным ЭМА преобразователем и поверхностью ферромагнетика. От зазора зависит поле возбуждения катушки – чем меньше зазор, тем больше амплитуда переменного магнитного поля катушки, и наоборот.

В ферромагнетике возбуждались волны Рэлея двумя различными способами – на основной частоте (с использованием подмагничивающего поля) и на удвоенной частоте (без использования подмагничивающего поля). В случае возбуждения волн на основной частоте излучение и приём сигнала осуществлялись на частоте 500 кГц, при возбуждении на удвоенной частоте излучение осуществлялось на частоте 250 кГц, а приём – на частоте 500 кГц.

Результаты экспериментов представлены на рис. 1.

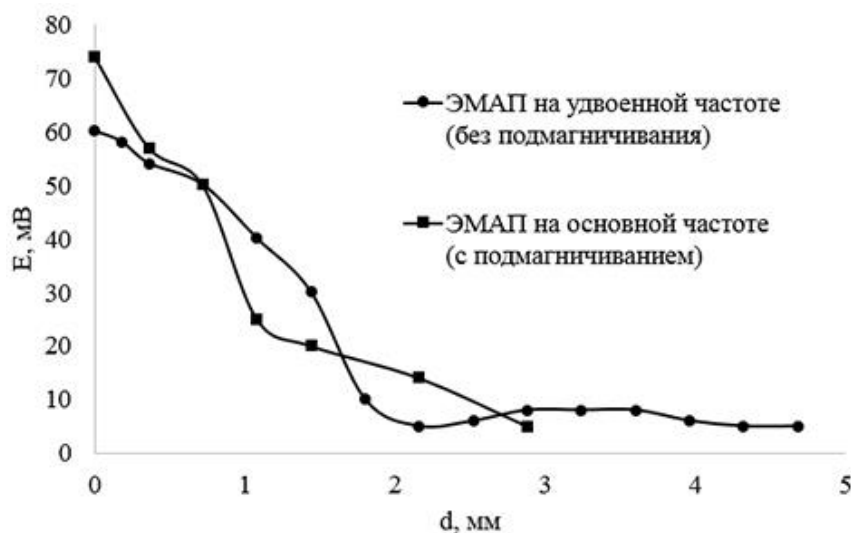


Рис. 1. Зависимость магнитного поля в металле от зазора

Видно, что при малой величине зазора между возбуждающей катушкой и поверхностью объекта (0-2 мм) эффективность возбуждения на основной и удвоенной частоте примерно равны. Но в случае ЭМАП на основной частоте при величине зазора выше 3 мм отношение «сигнал-шум» становится близким к единице (полезный сигнал становится неразличимым), в то время как при ЭМАП на удвоенной частоте имеется полезный сигнал даже при зазоре 4-5 мм.

Использование ЭМАП на удвоенной частоте позволяет проводить контроль объектов без использования громоздких подмагничивающих систем. ЭМА преобразователь, реализующий возбуждение на удвоенной частоте, обладает малыми размерами, не притягивается к ферромагнетику и не представляет опасности для персонала.

1. Гобов, Ю.Л. Намагничивающая система для ЭМА-сканера-дефектоскопа [Текст] / Ю.Л. Гобов, А.В. Михайлов, Я.Г. Смородинский // Дефектоскопия. — 2014. — № 11. — С. 48–56.
2. Гобов, Ю.Л. Магнитострикционное электромагнитно-акустическое возбуждение ультразвуковых волн без поля смещения [Текст] / Ю.Л. Гобов, А.В. Михайлов, Я.Г. Смородинский // Дефектоскопия. — 2016. — № 12. — С. 32–37.