

УДК 620.179.14
ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АМПЛИТУДЫ
НАМАГНИЧИВАЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ В ПРИБОРАХ ТИПА ИМА-6

В.Ф. МАТЮК, А.А. ОСИПОВ, В.А. БУРАК
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Особенностью генераторов импульсных магнитных полей, применяемых в приборах магнитного контроля, является широкий диапазон величин изменения их амплитуды $H_{им}$.

Стабильность амплитуды намагничивающих импульсов в случае, когда она достаточна для доведения материала до технического насыщения, не имеет принципиального значения. Исследования, проведенные на изделиях из конструкционных углеродистых сталей, показали, что относительное изменение градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности на отпущенном при 700 °С образце при $H_{им} \geq 0,9 \cdot 10^5$ А/м и отклонении ее величины от установленного значения на 5 % не превышает 1 %, а на закаленном образце даже при $H_{им} = 2,5 \cdot 10^5$ А/м погрешность измерений превышает 2 %. Приемлемые для контроля результаты получаются только при отклонении амплитуды намагничивающих импульсов на 1 % от установленной амплитуды (примерно 0,5 % для магнитотвердого образца и 0,1 % – для магнитомягкого).

В случае небольших амплитуд намагничивающих импульсов, например, при работе в режиме частичного размагничивания изделия, $H_{им} = 2,5 \cdot 10^4$ А/м. В этом случае отклонение амплитуды импульсов на 5 % от установленного значения приводит к погрешности измерений на закаленном и на отпущенном образцах до 8–10 %. Повышение точности формирования амплитуды импульсов до 1 % снижает погрешность измерений до 2 % на магнитотвердом образце и 1,5 % на магнитомягком образце.

Формирование импульсов магнитного поля посредством заряда-разряда батареи конденсаторов через соленоид не обеспечивает высокую точность формирования импульсов, существенно отличающихся по амплитуде. Это связано с тем, что установление требуемой амплитуды импульсов основано на сравнении напряжения заряда батареи конденсаторов с заданным уровнем напряжения, а точность сравнения зависит от абсолютных значений этих величин.

Помимо точности сравнения соответствующих уровней напряжения точность заряда батареи конденсатора определяется и величиной зарядного тока, влияющего на превышение требуемого уровня напряжения заряда с момента срабатывания блока сравнения до прекращения тока заряда.

В докладе сообщается об оценке стабильности заряда батареи конденсаторов при разных уровнях требуемого для формирования импульсов магнитного поля напряжения.

Точность сравнения соответствующих уровней напряжения на накопительном конденсаторе определяется величиной напряжения смещения используемых для этой цели операционных усилителей. Показано, что при использовании в качестве компараторов микросхем типа AD8551 и AD8552 максимальная погрешность из-за напряжения смещения этих операционных усилителей не превышает долей процента и уменьшается с возрастанием напряжения заряда.

Еще одним источником погрешности является разрядность используемых в канале намагничивания АЦП. Для двенадцатиразрядных АЦП и двадцатикратном диапазоне изменения напряжения заряда погрешность измерений на краю диапазона может достигать 0,5 – 1 % и более.

В докладе дается анализ схемы заряда накопительного конденсатора при использовании тиристора в качестве электронного ключа. Показано, что при напряжении источника 380 В (амплитудное значение) погрешность заряда менее 5 % может быть обеспечена только в случае, когда величина заряда превышает 100 В, а 1 % – 200 В. Дана оценка возможности повышения точности заряда накопительного конденсатора за счет увеличения частоты напряжения источника заряда и уменьшения емкости проходного конденсатора.

Проведенные расчеты показали, что применение тиристора для заряда накопительного конденсатора при требовании высокой точности заряда сопряжено с существенными трудностями.

К сожалению, замена тиристора на другой элемент, например, транзистор, не всегда возможна. В этом случае методика, использующая сравнительно быстрый заряд накопительного конденсатора с превышением требуемого уровня, последующим медленным его разрядом до заданной величины и быстрым разрядом на намагничивающий элемент (соленоид), представляется в ряде случаев хорошим, а иногда и единственно возможным решением.

По этой методике накопительный конденсатор заряжается через электронный ключ до напряжения, превышающего требуемый уровень, а затем через второй электронный ключ и резистор медленно разряжается до напряжения, обеспечивающего требуемую точность формирования импульсного магнитного поля. При этом точность заряда накопительного конденсатора определяется быстродействием электронного ключа и величиной разрядного резистора. Ввиду того, что ток разряда накопительного конденсатора до нужного напряжения невелик, в качестве второго электронного ключа может быть использован транзистор. Современные транзисторы имеют время выключения менее 1 мкс, поэтому погрешность формирования требуемого на накопительном конденсаторе уровня напряжения будет составлять доли процента.