

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ELCUT В ПРЕПОДАВАНИИ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

К.Р. Муратов, А.Г. Калимуллина

Тюменский государственный нефтегазовый университет

Высокий профессионализм специалиста неразрушающего контроля формируется как непосредственным опытом, так и изучением физической сущности вида контроля. Наличие знаний рецептурного характера и некоторого опыта позволяет достичь максимум второго уровня аттестации. Однако этого вполне достаточно при работе с одним и тем же видом объекта контроля (ОК).

Теоретические знания выпускников специальности «Приборы и методы контроля качества и диагностики» предполагают глубокое понимание физики методов контроля и потенциальную возможность стать специалистом третьего уровня.

Как правило, студенты с высоким уровнем физико-математической культуры и знанием специальных дисциплин содержательно воспринимают происходящие процессы в объекте контроля и принцип работы приборов контроля. Студентам с более низким уровнем знаний приходится объяснять каждую логическую ступень физического процесса и сопровождать детальными схемами, графиками и рисунками. То есть студенту необходимо показать всю «жизнь» электромагнитного поля, акустической волны, проникающего излучения и т.д. Но как показать, например, электромагнитное поле, как его «потрогать»? В свете выше сказанного становится очевидной проблема визуализации процессов, сопровождающих неразрушающий контроль.

В настоящей статье предлагается к обсуждению опыт использования программного продукта ELCUT (ООО «Тор», Санкт-Петербург) в процессе обучения студентов дисциплине «Электромагнитные и токовихревые методы контроля и диагностики». Эта программа позволяет моделировать электромагнитные, тепловые и упругие механические поля численными методами. Однако использование этой программы для получения только иллюстративного материала не является самоцелью в процессе обучения. Предлагается деятельностный подход, то есть возможность самостоятельного моделирования студентами, например, вихревых полей в ОК и «воздействуя» на них изменением исходных геометрических и физических параметров. Чтобы лабораторная работа по моделированию

не превратилась в чисто механическую работу, осуществляется анализ и обсуждение полученных результатов с позиции физики.

На примере дипломной работы Калимуллиной А.Г. «Разработка системы входного контроля покрытия цилиндра штангового глубинного насоса» (ШГН) проиллюстрируем применение программы ELCUT.

Одной из задач дипломной работы была оценка возможности контроля хромового покрытия на внутренней поверхности цилиндра ШГН из конструкционной стали вихретоковым методом. Контролируемыми параметрами явились: толщина покрытия t (80-100 мкм); ее проводимость σ , отражающая структурно-фазовое состояние хрома (блестящий, матовый, молочный и серый хром), каждое из которых обладает своими эксплуатационными характеристиками; наличие дефектов типа отслоение.

На первом этапе решения задачи был выбран вихретоковый преобразователь (ВТП) из имеющихся на кафедре – ПВР-1 (вихретоковый дефектоскоп «Вектор»). Выбор обусловлен малой толщиной покрытия, которую можно выделить на фоне проводящей основы высокой рабочей частотой. Это параметрический резонансный датчик (резонансная частота 1 МГц) схема которого представлена ниже.

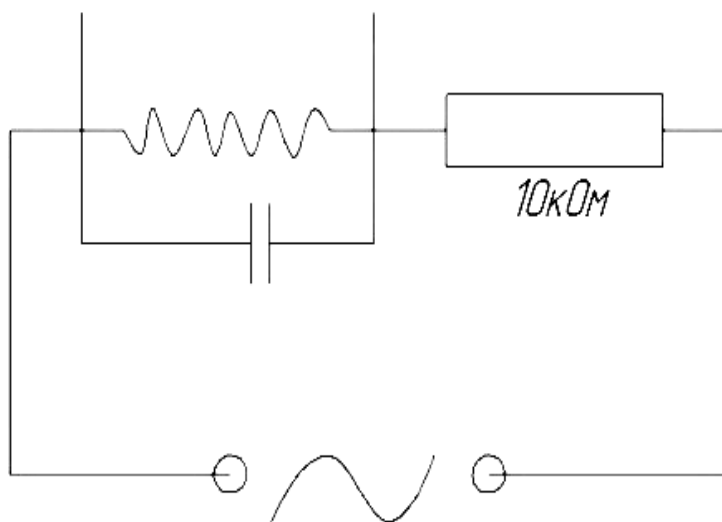


Рис. 1. Электрическая схема преобразователя ПВР-1

Затем решена аналитическая задача о влиянии информативных параметров датчика (индуктивность L и эффективное сопротивление R) на выходной сигнал (амплитуда и фаза относительно тока питания).

На следующем этапе проводилось моделирование вихревых токов в ОК и извлечение значений L и R . На рисунке 2а представлена геометрическая модель ВТП и ОК.

Поскольку модель имеет ось симметрии выбран осесимметричный тип задачи, где достаточно задать половину профиля в осевом сечении модели (Рис. 2б).

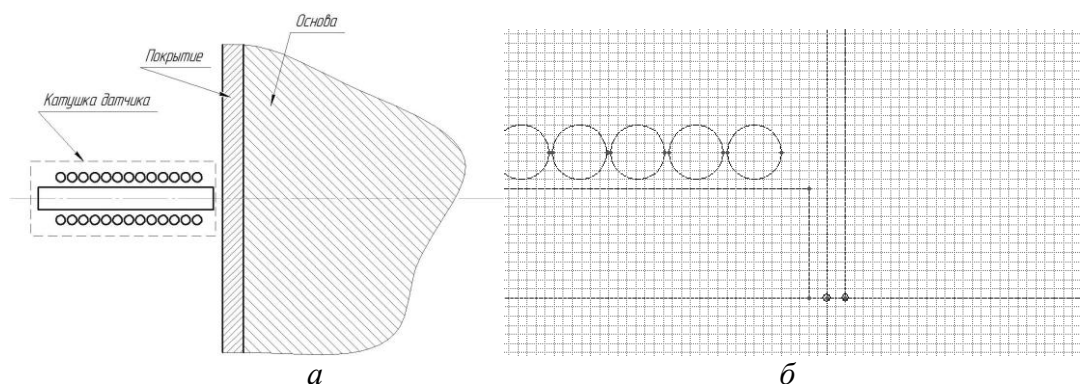


Рис. 2 Геометрическая модель задачи в программе ELCUT:
а – общая схема; б – вид модели в системе ELCUT

После задания исходных данных (проводимости σ , токи I , магнитные проницаемости μ) и граничных условий проведен расчет. На рисунке 3 представлен результат расчета в виде распределения амплитуды плотности тока и силовых линий магнитного поля.

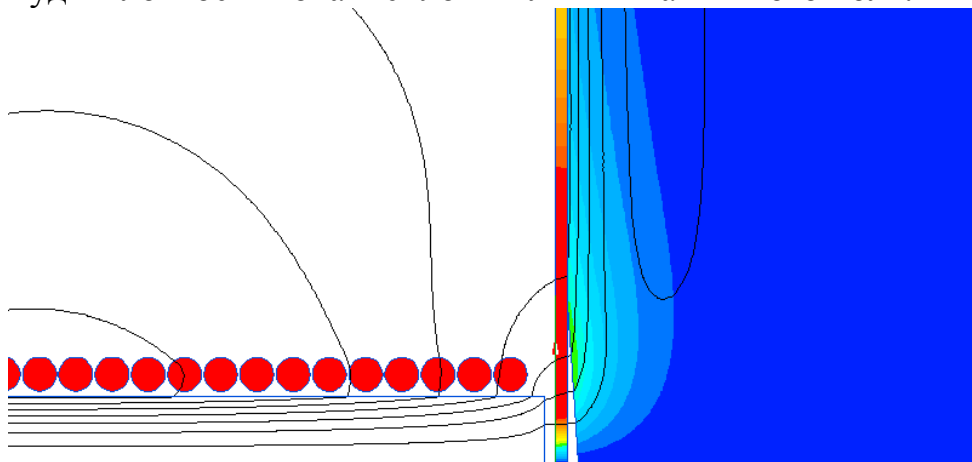


Рис. 3. Характер распределения магнитного поля и плотности вихревых токов

Далее проводится анализ распределения интересующих параметров вдоль любого задаваемого контура, и главное определяются параметры L и R датчика, для чего используется интегральный калькулятор программы. Значение индуктивности может определяться как по потокосцеплению, так и по энергии магнитного поля (в работе использовали второй подход). Величину сопротивления R вычисляли по мощности тепловыделения. Найденные параметры электрической схемы ВТП применяли для расчета выходного сигнала.

Варьируя значениями толщины покрытия, проводимостями, магнитной проницаемостью подложки и частотой возбуждения сигнала были построены годографы (пример приведен на рисунке 4), показавшие возможность контроля параметров проводящего покрытия на проводящей магнитной основе и обнаружения отслоений. Обоснованы способы выделения информации о проводимости, толщине и дефектах покрытия.

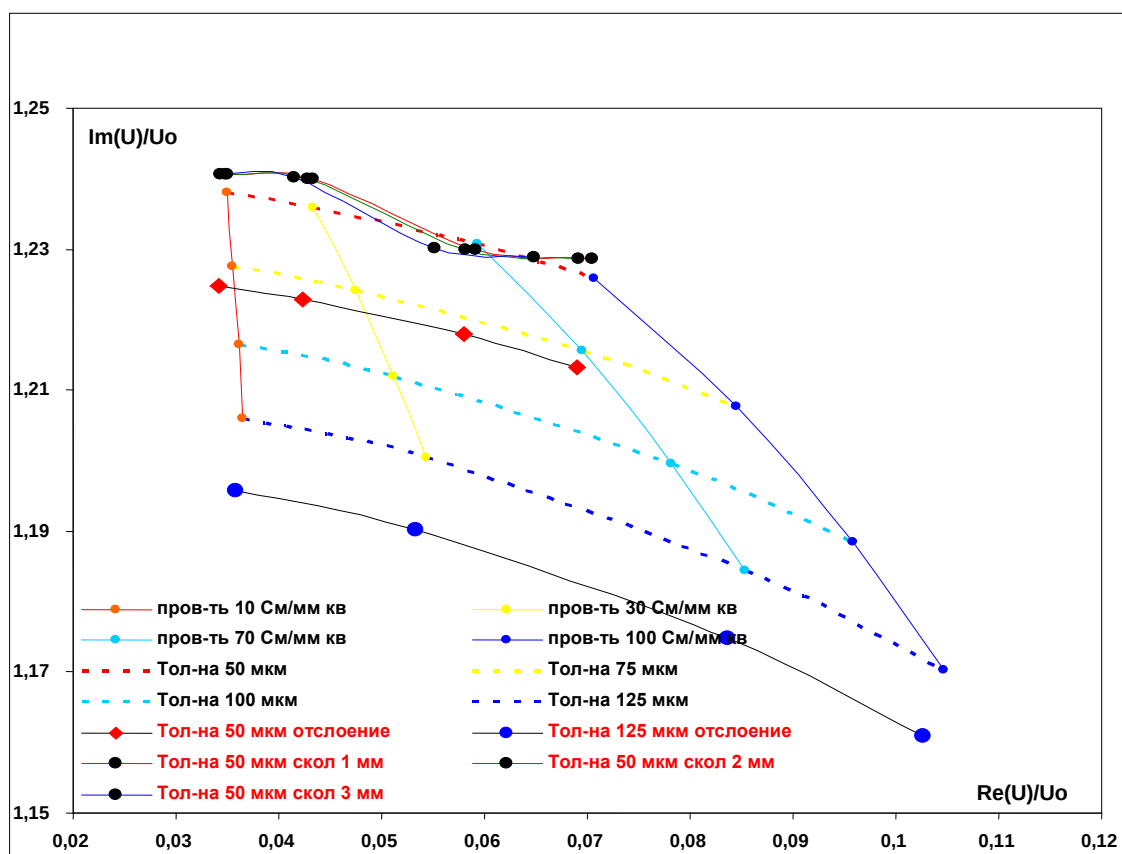


Рис. 3. Годограф вариации толщины и проводимости покрытия при значении магнитной проницаемости основы 100 и частоте возбуждения 1 кГц.

Кроме научно-исследовательских результатов применения программы ELCUT был наработан методический материал ее использования в процессе обучения студентов. Показана методическая эффективность моделирования вихревых токов в лабораторном практикуме.

Список информационных источников

1. Руководство пользователя [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://elcut.ru/demo/manual.pdf>