

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ПРИБОРА КРМ-Ц-КЗ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Г.Я. Безлюдько, В.Ф. Мужичкий, В. Б. Ремезов

В работе описан комплекс, созданный на базе структуроскопа КРМ-Ц-КЗ и персонального компьютера. Система позволяет в наглядном виде представлять физико-механические характеристики контролируемых объектов. Используя полученные результаты можно судить о внутренних напряжениях в материале изделия, оценивать прочность материала, его усталостные характеристики и остаточный ресурс. Результаты можно использовать для предупреждения аварийного состояния объекта..

The system created on the base of Structure Analyzer KRM-C-K3 and a personal computer is described. The system allows us to graphically demonstrate the physico-mechanical properties of an object under test. Using the obtained results we can judge internal stress in the material of object, estimate its strength, its fatigue characteristics and residual life. The results can be used for the prevention of object-damaging conditions

Вопросам измерения магнитных характеристик материалов для определения их физико-механических свойств посвящено немало научных работ. Фундаментальные для данной проблемы вопросы описаны в [1]. В последнее время появилось немало новых публикаций, посвященных рассмотрению данного аспекта. Так, в работе [2] подробно рассмотрены связь величины коэрцитивной силы с усталостными процессами в рабочем слое прокатного вала. Исследуются свойства материала также и по другим его магнитным характеристикам. Например, в работе [3] посвящена анализу оценки уровня внутренних напряжений по величине магнитных шумов. В работе также указано на связь исследуемых характеристик с величиной коэрцитивной силы.

Настоящая работа посвящена описанию возможностей комплекса, созданного на базе измерителя коэрцитивной силы и персонального компьютера.

На основе структуроскопа КРМ-Ц-КЗ (совместная разработка с НПФ "СНР" (г. Харьков) и ЗАО "НИИИН МНПО "Спектр" (Москва) был разработан дефектоскопический комплекс, позволяющий проводить оценочный анализ физико-механических характеристик различных изделий.

Прибор КРМ-Ц-КЗ был создан на базе разработанного ранее прибора КРМ-Ц-К2М и предназначен для измерения величины коэрцитивной силы на поверхности различных ферромагнитных материалов.

Структурная схема прибора КРМ-Ц-КЗ приведена на рис.1.

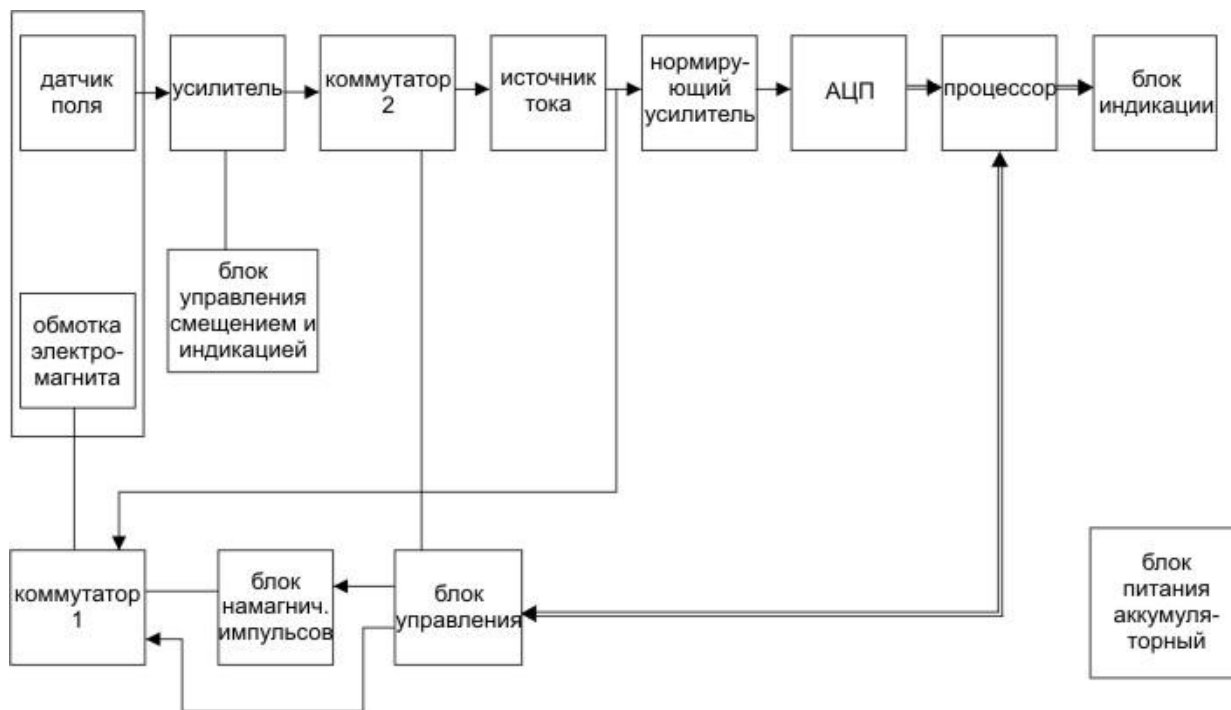


Рис.1 Структурная схема прибора КРМ-Ц-К3

Работа прибора осуществляется следующим образом. После нажатия кнопки "Измерение", расположенный на передней панели прибора процессор выдает команду на "Блок управления", который, в свою очередь, запускает "Блок намагничивающих импульсов", и ток намагничивания через "Коммутатор 1" поступает на обмотку электромагнита. Когда намагничивание закончилось (как правило, контролируемое изделие промагничивается до насыщения), начинается цикл размагничивания. Размагничивающий ток поступает от источника тока, управляемого "Коммутатором 2", через "Коммутатор 1". Датчик поля измеряет индукцию и, когда она оказывается равной нулю, измеряется величина тока в обмотке размагничивания. Она и является исходной величиной для определения коэрцитивной силы. После необходимой обработки сигнал поступает на АЦП, анализируется процессором и выводится на "Блок индикации".

Отличительными особенностями прибора КРМ-Ц-К3 являются:

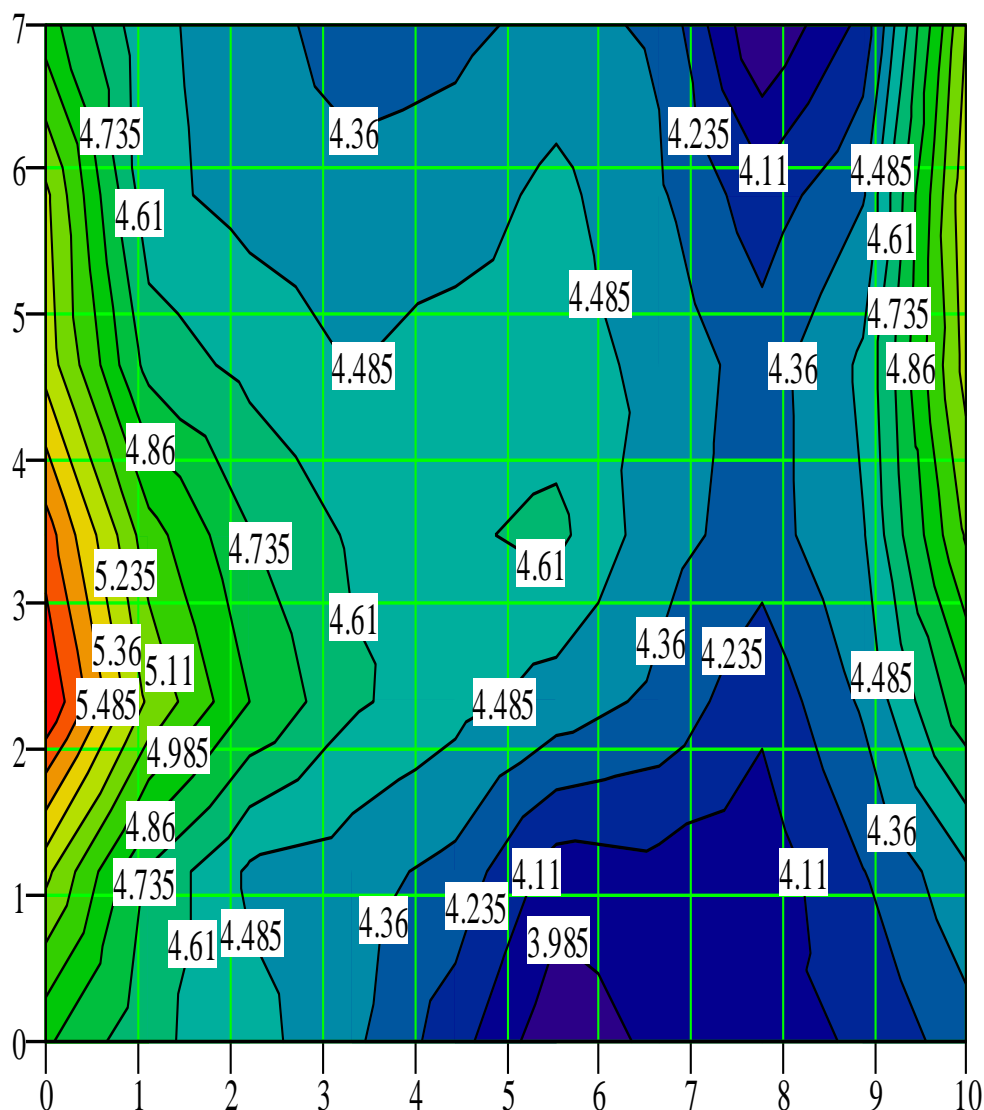
- 1) Возможность связи прибора с персональным компьютером
- 2) Наличие жидкокристаллического индикатора (ЖКИ), на котором индицируются результаты замеров, а также представляется дополнительная информация, о чем сказано ниже;
- 3) Наличие энергонезависимой памяти.

С точки зрения пользователя память представляется журналом, содержащим 16 столбцов по 250 измерений в каждом. Результаты замеров можно заносить в любую строчку любого столбца. Таблица может быть представлена на ЖКИ прибора. Режим связи с компьютером позволяет осуществлять пересылку информации. Программы, специально разработанные для целей визуализации, позволяют представлять данные в графическом виде.

В приборе также предусмотрены сервисные возможности. По желанию потребителя могут быть добавлены дополнительные функции, такие как часы, календарь и т.д. Этими функциями можно пользоваться через меню "Сервис".

Дополнительные возможности компьютерной обработки информации позволяют в наглядном виде представить распределение коэрцитивной силы по поверхности образца. Такие зависимости представлены на рисунках 2...7.

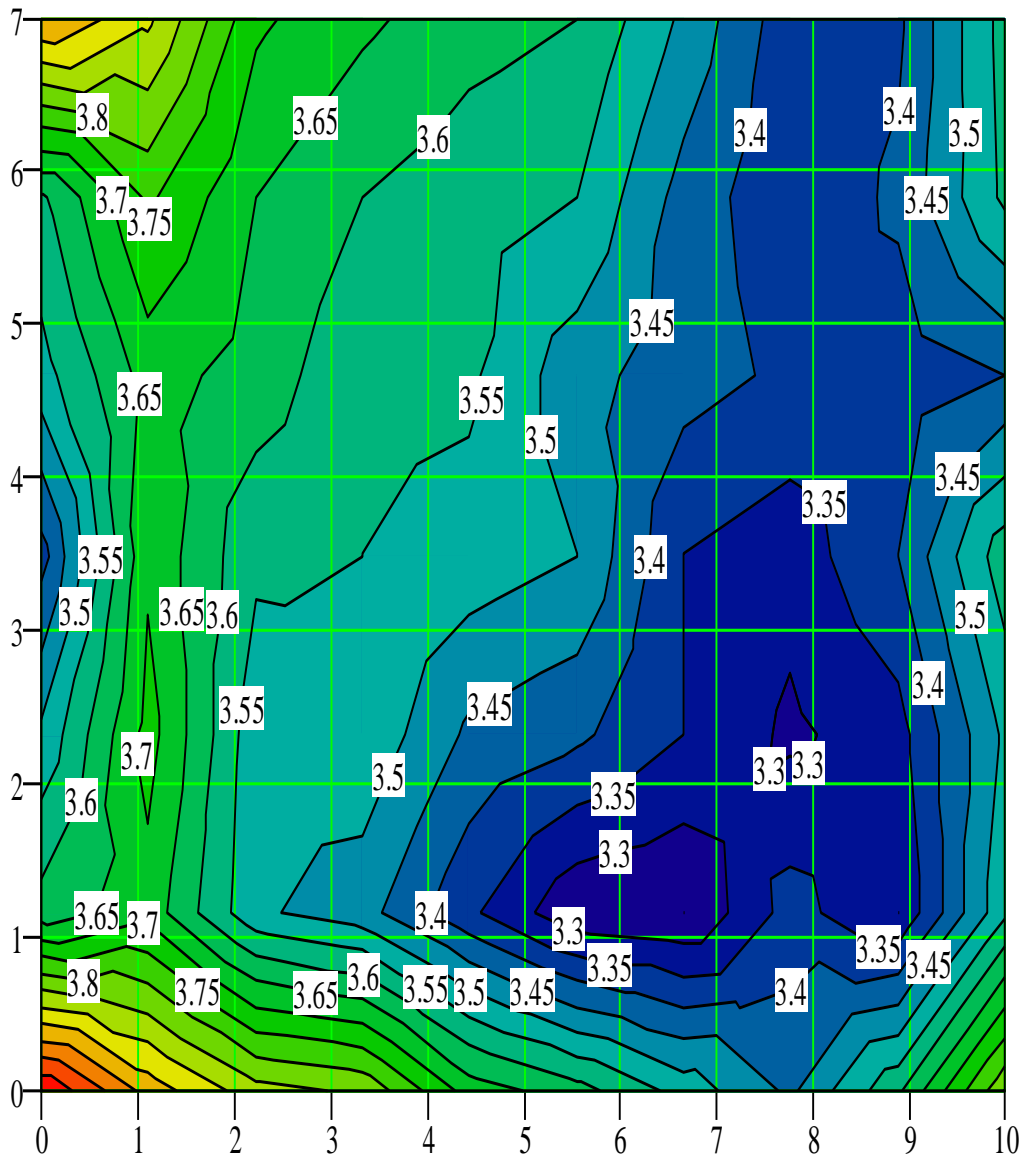
Вырезка из трубы ШТЛ-1-2-3-2. Без изоляции.
Направление намагничивания - кольцевое.



M7C

Рис. 2

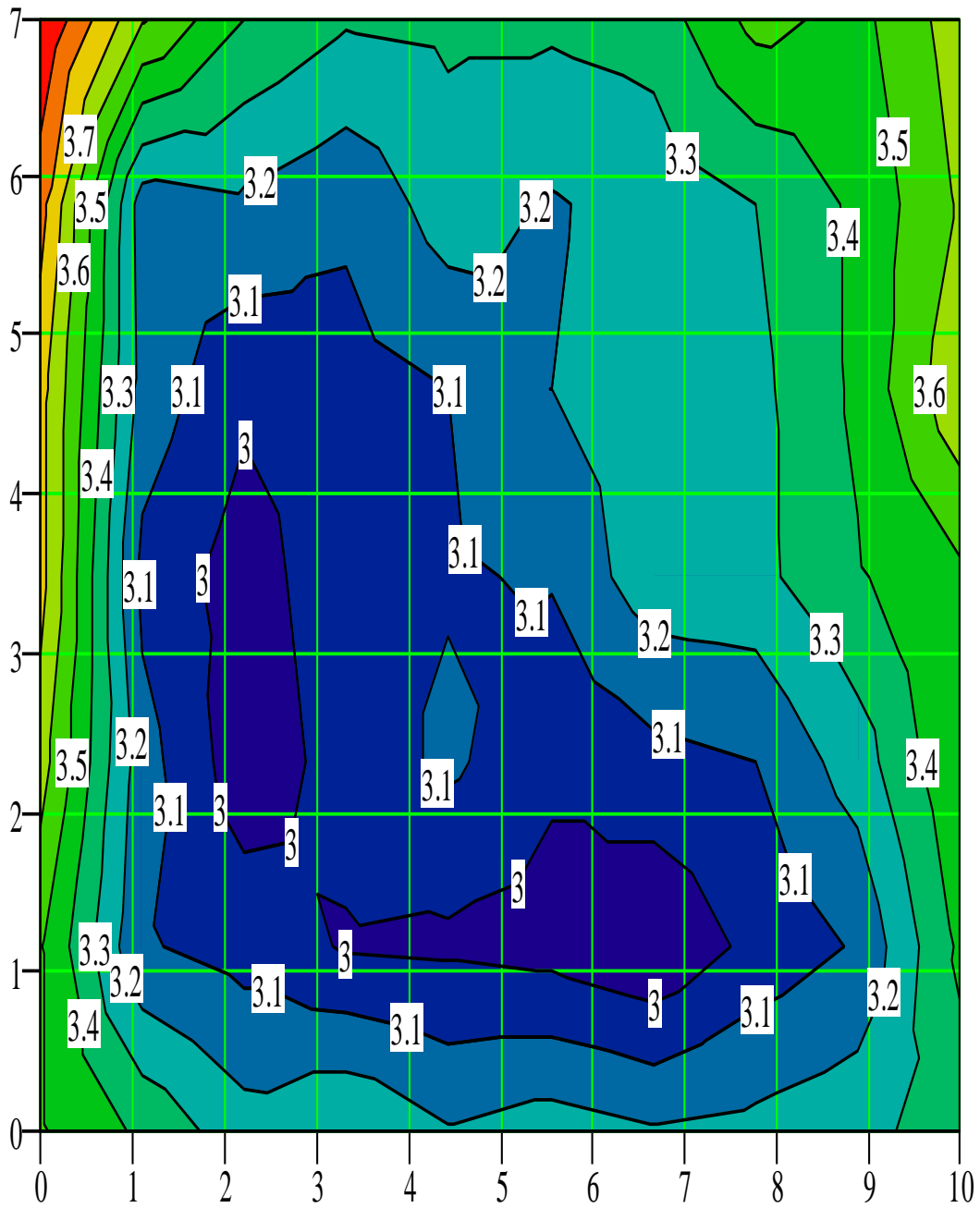
Вырезка из трубы ШТЛ-1-2-3-2. Без изоляции.
Направление намагничивания – по образующей



M8C

Рис. 3

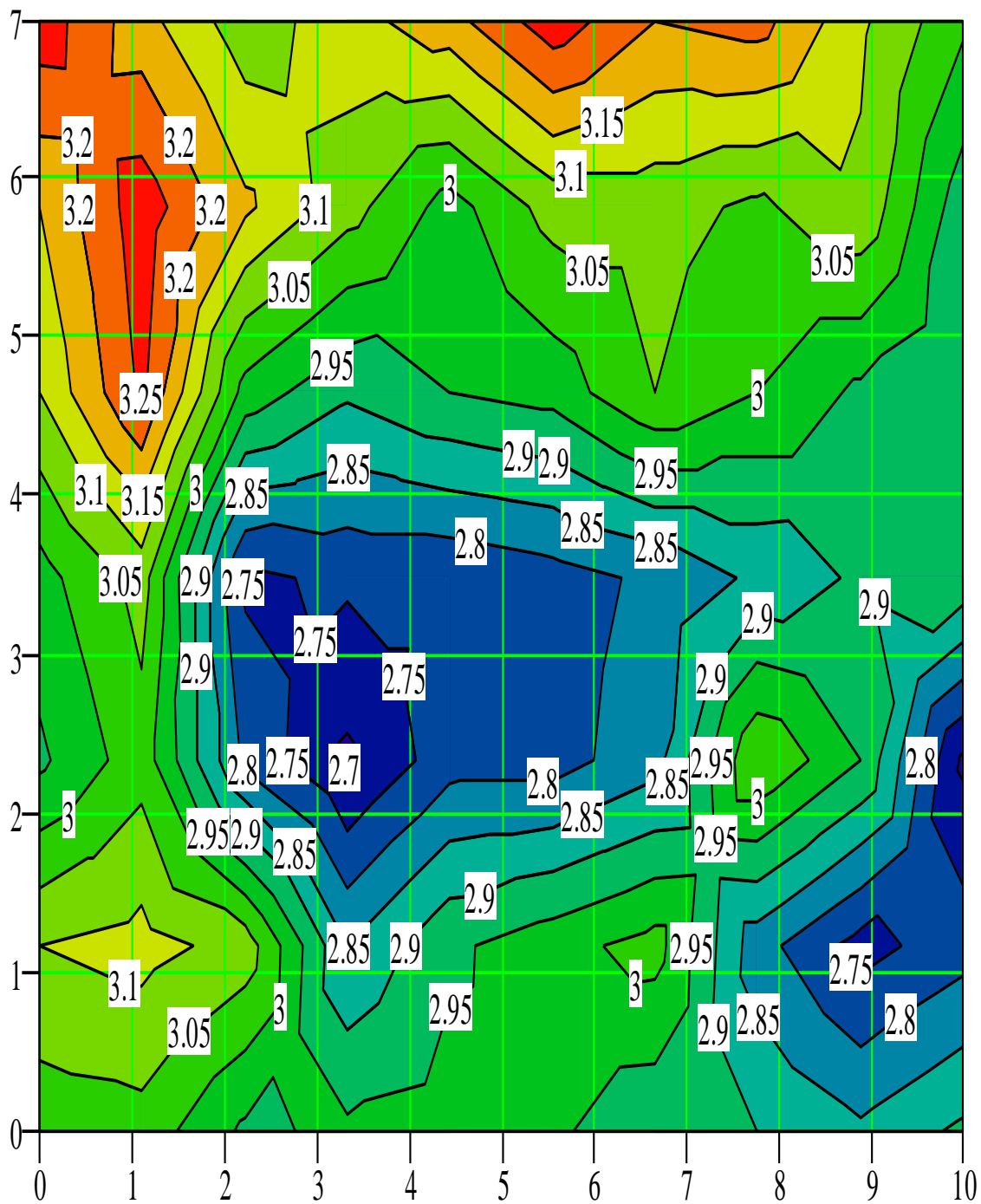
Вырезка из трубы ГП-6-6-4. Без изоляции.
Направление намагничивания - кольцевое.



M5C

Рис. 4

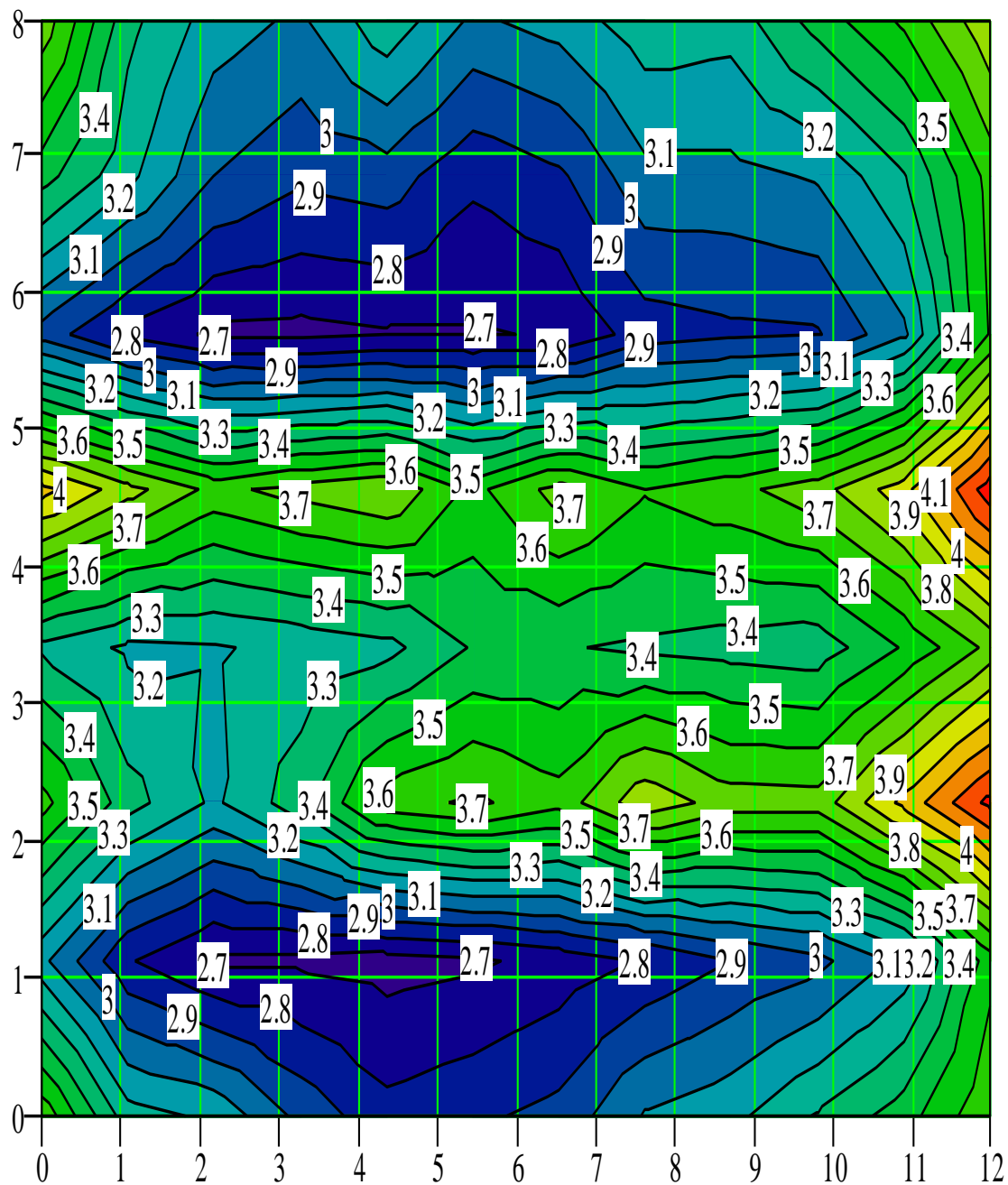
Вырезка из трубы ГП-6-6-4. Без изоляции.
Направление намагничивания – по образующей



M6C

Рис. 5

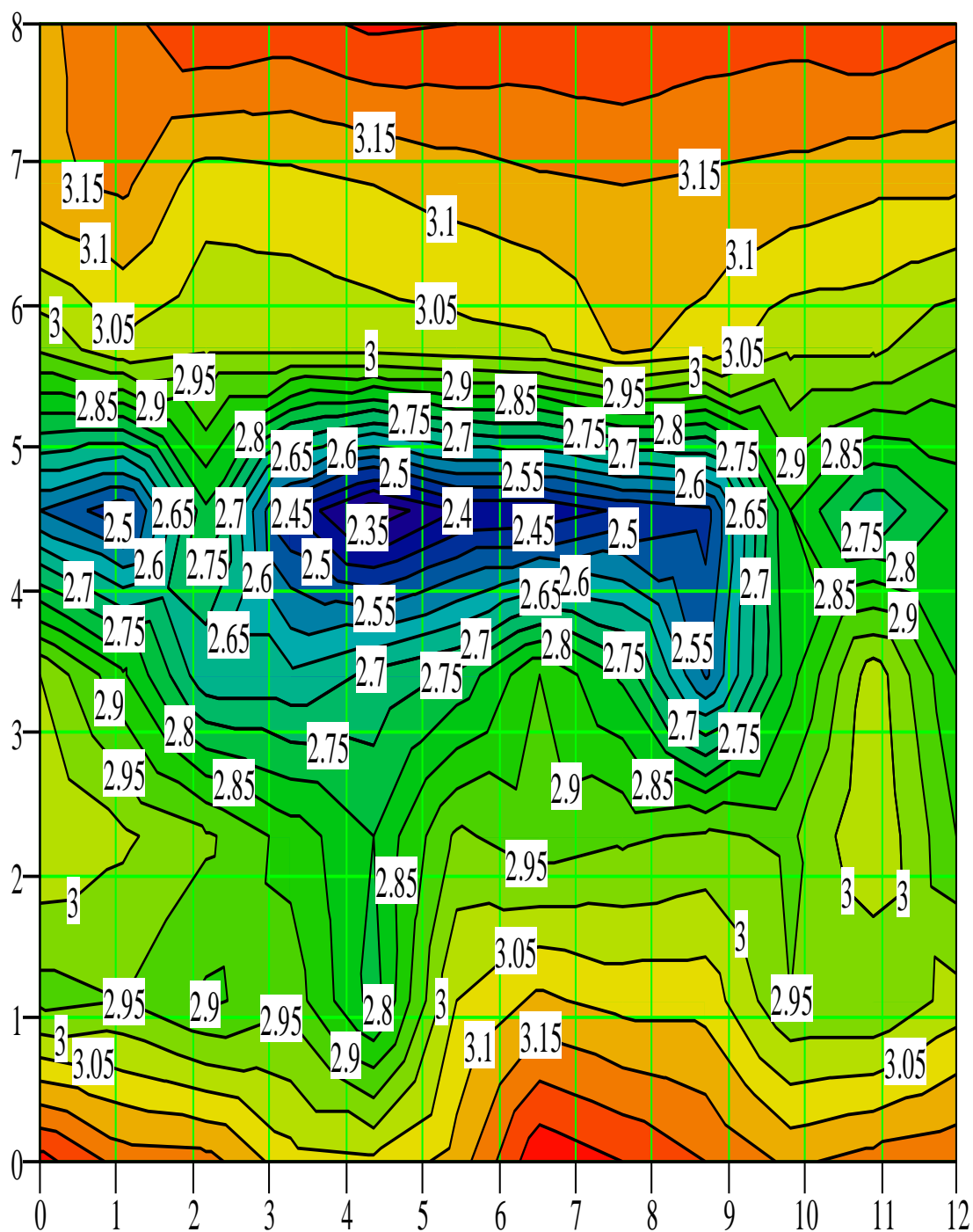
Вырезка из трубы ГП - 6 - 12 - 5. Поверхность чистая.
Направление намагничивания - кольцевое.



М9С

Рис. 6

Вырезка из трубы ГП - 6 - 12 - 5. Поверхность чистая.
Направление намагничивания - по образующей.



M10C

Рис. 7

На рисунках 2,3 представлено распределение коэрцитивной силы по поверхности образца, представляющего собой вырезку из трубы диаметром 1020 мм с толщиной стенки 12 мм. Марка стали 17Г1С-У. Труба находилась в эксплуатации с 1998 г. по 2000 г. Диаграммы строились с помощью пакета программ математической обработки "Mathcad-7.0"[4]. Картина распределения H_c , представленная на рис.2, построена при кольцевом направлении

намагничивания, на рис.3 — по образующей. Анализируя распределение H_C для 2-х вышеупомянутых случаев можно отметить, что величина H_C выше при намагничивании в кольцевом направлении. Это позволяет сделать вывод о том, что в кольцевом направлении выше концентрация внутренних напряжений.

Аналогичные диаграммы для трубы диаметром 1020 мм с толщиной стенки 21 мм приведены на рис.4 и 5. Труба находилась в эксплуатации ориентировочно с 1976 г. и была вырезана при реконструкции в декабре 2000 г. По этим графическим зависимостям также можно сделать вывод о большей концентрации внутренних напряжений в кольцевом направлении.

Для исключения краевого эффекта замеры производились с отступлением от края 30 мм. Тем не менее на некоторых участках заметно проявление краевого эффекта, которое сказывается в увеличении величины коэрцитивной силы на границах объекта контроля. Поверхность контролируемого изделия была поделена на квадраты с размерами 30х30 мм. Границы квадратов отображены линиями на рисунках.

На рисунках 6,7 представлены аналогичные зависимости для образца, через который проходит сварной шов, разделяя объекты контроля на две, приблизительно равные части. Область сварного шва четко выделяется на обоих графиках. Причем, если на рис.6 (кольцевое намагничивание) область шва выделяется большей величиной коэрцитивной силы, то на рис.7 (намагничивание по образующей) в области шва величина коэрцитивной силы меньше. Это позволяет сделать вывод о том, что в области сварного шва внутренние напряжения концентрируются в кольцевом направлении, а в направлении образующей наблюдается ослабление внутренних напряжений.

Используемая система математической обработки позволяет производить различные математические операции с полученными данными. Они представлены в виде матриц и по отношению к ним являются доступными все функции Mathcad [4]. Так была получена графическая интерпретация результатов, где значения были получены как полусумма результатов измерений в кольцевом направлении и по образующей.

В работе [2] отмечено, что по величине H_C можно судить не только о внутренних напряжениях, но и прогнозировать остаточный ресурс изделия.

Таким образом, использование структуроскопа в комплексе с персональным компьютером позволяет осуществлять оперативную обработку и представление информации. Это позволяет анализировать физико-механические свойства объекта контроля, используя эти данные для предупреждения аварийного состояния, определения остаточного ресурса и прочих характеристик, важных для производственного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник под редакцией В.В. Клюева. Неразрушающий контроль и диагностика. М., Машиностроение, 1995.
2. Г.Я. Безлюдько, В.Ф. Мужичкий, Л.А. Крутикова, И.Л. Казюкевич, Б.Е. Попов. Оценка текущего состояния остаточного ресурса прокатных валков на основе магнитного (по коэрцитивной силе) метода неразрушающего контроля. — Контроль. Диагностика, 2002, N1.
3. Н.С. Кузнецов, А.Н. Кузнецов. Оценка напряженного состояния стальных конструкций по магнитным характеристикам ферромагнетиков. — Контроль. Диагностика, 2002, N1.
4. Mathcad. Руководство пользователя. — М: ИИД "Филинь", 1997.

ПЕРЕЧЕНЬ ПОДРИСУНОЧНЫХ ПОДПИСЕЙ

1. Рис. 1. Блок-схема прибора КРМ-Ц-КЗ.
2. Рис. 2. Вырезка из трубы ШТЛ-1-2-3-2. Без изоляции. Направление намагничивания — кольцевое.
3. Рис. 3. Вырезка из трубы ШТЛ-1-2-3-2. Без изоляции. Направление намагничивания — по образующей.
4. Рис. 4. Вырезка из трубы ГП-6-6-4. Без изоляции. Направление намагничивания — кольцевое.
5. Рис. 5. Вырезка из трубы ГП-6-6-4. Без изоляции. Направление намагничивания — по образующей.
6. Рис. 6. Вырезка из трубы ГП-6-12-5. Поверхность чистая. Направление намагничивания — кольцевое.
7. Рис. 7. Вырезка из трубы ГП-6-12-5. Поверхность чистая. Направление намагничивания — по образующей.

АВТОРЕФЕРАТ

к статье Безлюдько Г.Я., Мужичко В.Ф., Ремезова В. Б.

"Измерительно-исследовательский комплекс на базе прибора КРМ-Ц-КЗ, предназначенный для определения физико-механических характеристик ферромагнитных материалов"

В работе описан комплекс, созданный на базе структуроскопа КРМ-Ц-КЗ и персонального компьютера. Система позволяет в наглядном виде представлять физико-механические характеристики контролируемых объектов. Используя полученные результаты можно судить о внутренних напряжениях в материале изделия, оценивать прочность материала, его усталостные характеристики и остаточный ресурс. Результаты можно использовать для предупреждения аварийного состояния объекта.