

системы, конструктивные параметры и термооптические характеристики материалов которой должны быть подобраны таким образом, чтобы при изменении температуры баланс оптических сил компонентов объектива оставался неизменным [3].

Результатом применения вышеуказанного метода является ИК трехкомпонентный объектив, схема которого приведена на рис. 2. Предложенная оптическая система имеет следующие характеристики: относительное отверстие 1:1, угловое поле зрения $2\omega = 20^\circ$, фокусное расстояние $f' = 38,2$ мм, спектральный диапазон работы 8-12 мкм.

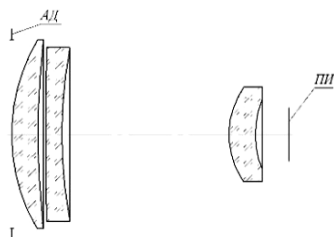


Рисунок 2 – Схема атермализованного ИК объектива:
АД – апертурная диафрагма диаметром 38 мм.
П – плоскость изображения

Высокое качество изображения объектива подтверждается уровнем модуляционной передаточной функции 50% на пространственной частоте 20 мм^{-1} и уровнем функции концентрации энергии 66% в размере пятна рассеяния 25 мкм для края поля зрения системы. Конструктивные параметры триплета содержит табл. 1. С другими комбинациями и схемами термостабилизированных ИК объективов, синтезированных на основе метода пассивной оптической атермализации, можно ознакомиться в работе [4].

Таблица 1 – Конструктивные параметры объектива

№	Радиус кривизны, мм	Толщина по оси, мм	Материал компонента	Световой диаметр, мм
1	48,13	4,74	ИКС25	41,66
2	144,24	1,89		40,96
3	557,74	2,59	ZnSe	40,31
4	99,18	36,62		38,74
5	23,33	6,58	Ge	25,51
6	22,88	8,02		20,18

Величина заднего фокального отрезка данного объектива остается практически неизменной в

УДК 621.179.14

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ УПРОЧНЕННЫХ СЛОЕВ ИМПУЛЬСНЫМ МАГНИТНЫМ МЕТОДОМ

Счастный А.С., Осипов А.А.

Государственное научное учреждение «Институт прикладной физики НАН Беларуси»
Минск, Республика Беларусь

В современном производстве используются различные технические решения, обеспечивающие повышение долговечности и надежности выпускаемой продукции. Одним из таких подходов

диапазоне температур окружающей среды от 0°C до $+50^\circ \text{C}$. Таким образом, предложенный светосильный атермализованный объектив для ИК области спектра можно применять с матричными фотоприемниками с размером пикселя 25×25 мкм, сохраняя при этом высокое качество изображения и неизменные характеристики за счет отсутствия терморасфокусировки в оптической системе.

Выводы. Тепловидение удачно сочетает в себе эффективный поиск патологий и абсолютную неинвазивность для пациента и медицинского персонала. Достоверность диагностики основана на стабильности тепловизионной симптоматики, главным параметром которой является постоянство и предсказуемость изменения относительных температур. Это позволяет успешно применять термографию, как метод объективного контроля за ходом патологических процессов в организме, для различных сфер медицинской деятельности.

Термография получила признание относительно недавно и еще не получила массового внедрения, поэтому на сегодняшний день это направление в медицине требует совершенствования алгоритмов работы, модернизации техники, автоматизации анализа результатов диагностики с применением передовых технологий, а также проведение исследований по развитию самого метода, на что и должны быть направлены основные научные усилия.

Литература

- Иваницкий Г.Р. Современное матричное тепловидение в биомедицине / Г.Р. Иваницкий // Успехи физических наук. – 2006. – № 12. – С. 1294–1320.
- Муравьев А.В. Термостабилизация качества изображения оптической системы термографа / А.В. Муравьев, Е.А. Назарчук // Вісник інженерної академії України. – 2016. – вип. № 4. – С. 195–199.
- Кучеренко О.К. Методы пассивной атермализации и ахроматизации двухкомпонентных оптических систем / О.К. Кучеренко, А.В. Муравьев // Вісник НТУУ «КПІ», серія Приладобудування. – 2012. – вип. № 43. – С. 46–53.
- Муравьев А.В. Композиции атермализованных трехкомпонентных инфракрасных объективов / А.В. Муравьев, О.К. Кучеренко // Наука и техника. – 2015. – № 4. – С. 32–37.

является использование разнообразных упрочняющих слоев [1]. Важной задачей остается контроль толщины упрочненного слоя. Для этого предлагается ряд магнитных методов контроля,

как однопараметровых, основанных на измерении коэрцитивной силы, дифференциальной магнитной проницаемости, скачков Баркгаузена и ряда других, так и многопараметровых (вихретоковый и коэрцитиметрический). Физическая основа контроля определяется наличием существенного различия магнитных свойств упрочненного поверхностного слоя и более глубокого незакаленного слоя [2].

Тем не менее, поиск новых возможностей по контролю толщины поверхностноупрочнённых слоев остается актуальной задачей неразрушающего контроля.

Исходя из того, что переходная зона между упрочненным слоем и сердцевиной не вносит принципиальных особенностей в параметры петли гистерезиса при ТВЧ закалке [3], то упрочненный слой моделировали посредством набора пакета из пластин магнитожесткого (сталь В2Ф, ГОСТ 5950-73, $H_c \cong 3400$ А/м) и магнитомягкого (сталь 08Ю, ГОСТ 9045-70, $H_c \cong 320$ А/м) материалов [4].

Исследовалось влияние толщины магнитожесткого материала на поверхности магнитомягкого материала при фиксированной общей толщине пакета на градиент напряженности поля остаточной намагниченности при импульсном намагничивании. Толщина магнитожесткого слоя изменялась в пределах от 0 до 5 мм, при общей толщине пакета 5 мм. Ширина пакета образцов составляла 20 мм, толщина 5 мм и длина 180 мм.

Было использовано несколько вариантов схем намагничивания и измерения (рис. 1).

В первом случае намагничивание осуществлялось прибором ИМА-5Б [5] после размагничивания одним импульсом через прямоугольные катушки, которые были включены последовательно по полю в образце и имели размеры 100x35 мм², расстояние между центрами катушек составляло 100 мм. Измерения осуществлялись градиентометром с параллельным расположением полузондов, подключенных к прибору ИМА-4М [6].

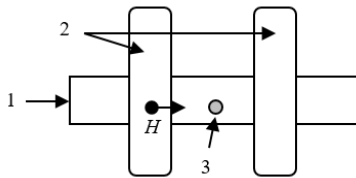


Рисунок 1 – Схема расположения намагничивающих катушек и измерителя градиента магнитного поля
1 – пакет образцов; 2 – прямоугольные намагничивающие катушки; 3 – феррозонд, состоящий из двух расположенных параллельно над поверхностью полузондов, или датчик приборов ИМА

Во втором случае схема намагничивания была аналогична первому случаю, но с той лишь разницей, что прямоугольные катушки были включены

встречно по полю в образце, а измерение осуществлялось стандартным преобразователем ИМА-5Б, расположенным над центром исследуемых образцов.

В третьем случае намагничивание и измерение осуществлялось стандартным преобразователем ИМА-4М, расположенным над центром исследуемых образцов, которые предварительно были размагничены.

На рис. 2 представлены результаты измерения величины градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности ∇H_r локально намагниченного участка пакета пластин для амплитуд намагничивающих импульсов H_m равных 50 кА/м и 210 кА/м.

Из полученных зависимостей следует, что градиент напряженности поля остаточной намагниченности ∇H_r при заданном способе намагничивания и измерения имеет высокую чувствительность к толщине упрочненного слоя при толщине самого слоя свыше 1,5 мм. При толщине упрочненного слоя меньше 1,5 мм данная схема исследования слабо чувствительна к толщине упрочненного слоя, но в этом случае возможен контроль сердцевины под упрочненным слоем.

На рис. 3 представлены результаты измерения величины градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности ∇H_r локально намагниченного участка пакета при встречном включении намагничивающих катушек.

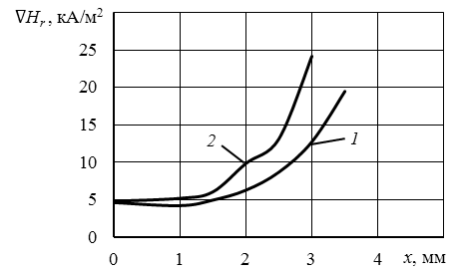


Рисунок 2 – Зависимость градиента напряженности поля остаточной намагниченности ∇H_r при $H_m = 50$ кА/м – (1), $H_m = 210$ кА/м – (2) от толщины упрочненного слоя

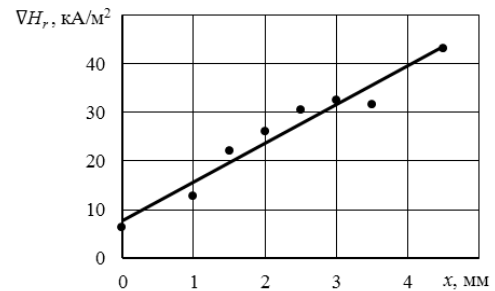


Рисунок 3 – Зависимость градиента напряженности поля остаточной намагниченности ∇H_r от толщины упрочненного слоя при встречном включении

Для заданной схемы исследования полученная зависимость имеет характер близкий к линейному, а также имеется чувствительность к толщине упрочненного слоя во всем интервале толщин.

На рис. 4 представлены результаты измерения величины градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности ∇H_r локально намагниченного участка пакета при намагничивании и измерении стандартным датчиком ИМА-4М.

В третьем случае исследования получена практически линейная зависимость градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности ∇H_r от толщины упрочненного слоя на участке толщин от 0 до 2,5 мм.

Исследуемая толщина упрочненного слоя в пакете ограничивалась величиной в 2,5 мм, что объясняется пределом измерительного диапазона прибора ИМА-4М в 30 кА/м^2 .

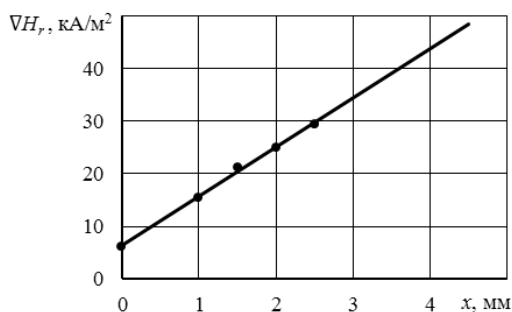


Рисунок 4 – Зависимость градиента напряженности поля остаточной намагниченности ∇H_r от толщины упрочненного слоя при намагничивании прибором ИМА-4М

По результатам исследований была установлена возможность определения толщины упрочненного слоя по величине градиента напряженности поля остаточной намагниченности.

Каждый из вариантов схем имеет существенные различия, которые необходимо учитывать при конкретном использовании на практике. Возможно также их применение в многопараметровых задачах для увеличения надежности контроля.

Таким образом, показана возможность создания метода, чувствительного к толщине упрочненного слоя в широком диапазоне его изменения при использовании импульсного магнитного контроля.

Литература

1. Горкунов, Э.С. Электромагнитные методы и средства контроля качества поверхностного упрочнения стальных изделий / Э.С. Горкунов, Б.М. Лапидус. – Препринт. – Свердловск: УНЦ АН СССР. – 1986. – 48 с.
2. Михеев, М.Н. магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля / М.Н. Михеев, Э.С. Горкунов. – Москва: Наука. – 1993. – 252 с.
3. Горкунов, Э.С. Использование дифференциальной магнитной проницаемости для контроля качества поверхностного упрочнения / Э.С. Горкунов, Б.М. Лапидус, А.В. Загайнов, С.А. Воронов, Г.Я. Бушмелева // Дефектоскопия. – 1988. – № 7. – С. 7–13.
4. Матюк, В.Ф. Определение толщины упрочненного слоя по изменениям формы петли гистерезиса / В.Ф. Матюк, А.А. Осипов, В.Б. Кратиров // Дефектоскопия. – 1997. – № 9. – С. 32–41.
5. Мельгуй, М.А. Импульсный магнитный анализатор ИМА-5Б / М.А. Мельгуй [и др.] // Научно технические достижения. – 1990. – № 4. – С. 41–44.
6. Счастный, А.С. Исследование влияния параметров намагничивания на градиент напряженности поля остаточной намагниченности при контроле коэффициента нормальной анизотропии / А.С. Счастный, В.А. Бурак, А.А. Осипов // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2017. – № 3. – С. 37–49.

УДК 629.3.027:629.3.064

ПОДКАЧКА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ГАЗА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ Почужевский О.Д.¹, Кристопчук М.Е.², Мирзахметова Ш.А.³

¹Криворожский национальный университет
Кривой Рог, Украина

²Национальный университет водного хозяйства и природопользования
Ровно, Украина

³Институт педагогических инноваций, переподготовки и повышения квалификации руководящих и педагогических кадров профессионального образования при Министерстве высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан
Ташкент, Узбекистан

Пневматическая шина является одним из дорогих и ответственных деталей современного колесного транспорта. Во время эксплуатации транспортных средств (машин) оснащенных колесным приводом, эксплуатационные расходы на

пневматические шины, которые используются в их конструкции, могут достигать 30 % от суммы расходов на транспортировку груза. В связи с этим ресурс пневматических шин для данной техники имеет действительно большое значение.