

СЕКЦІЯ 6
НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА
ДІАГНОСТИКА

УДК 621.315.592

О.С. Коваль, студент, В.П. Тартачник д.ф.м.н.,

Національний технічний інститут України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ СТРУКТУРНИХ
ДЕФЕКТІВ У КРИСТАЛАХ ФОСФІДУ ГАЛІЮ

Монокристали GaP успішно використовуються в оптоелектронній галузі приладобудування для одержання джерел світла, які випромінюють у видимій області спектру. На їхній основі створені різноманітні перетворювачі енергії, активні елементи волоконно-оптичних ліній зв'язку, цифрові панелі, індикатори та ін.

Ефективність роботи пристроїв, до складу яких входять фосфідогалієві діоди, залежить від рівня досконалості кристалів, на базі яких вони сформовані. Окремі з них, перебуваючи в полі дії проникаючої радіації (ядерні випромінювання реакторів, прискорювачі, космічне випромінювання), деградують, що змушує користувачів звертатись до пошуку способів підвищення їхньої радіаційної стійкості. У поданій роботі досліджувались кристали GaP, вирощені методом Чохральського, із розчину-розплаву та епітаксійні. Основними легуючими домішками були Te, Zn, O, Mg, N. Опромінення швидкими електронами ($E=1$ MeV) використовувалось, як засіб введення у зразок дефектів ґратки і здійснювалось при $T=300^\circ\text{K}$. Вимірювання спектрів фотолюмінесценції проводились при $4,2^\circ\text{K}$ - $7,7^\circ\text{K}$, а також при кімнатній температурі. Збудження здійснювалось кварцовою лампою через водяний фільтр.

Виявлено, що у кристалах, вирощених із розчину-розплаву смуга випромінювання $h\nu=2.28\text{eV}$ ($4,2^\circ\text{K}$) спричинена переходами з рівня донора Sn у валентну зону. Абсолютному максимуму $h\nu=2.24\text{eV}$ відповідають далекі донорно акцепторні переходи Sn – Zn. Низькоенергетичний максимум $h\nu=2.17\text{eV}$ очевидно є фонним повторенням максимуму основної смуги випромінювання – його відстань від $h\nu=2.218\text{eV}$ дорівнює енергії TO-фонона, яка у GaP становить 45meV .

Відсутність тонкої структури донорно-акцепторних переходів навіть при $4,2^\circ\text{K}$ пояснюється значним рівнем дефектності вихідних кристалів. Опромінення електронами приводить до зменшення інтенсивності люмінесценції внаслідок введення глибоких рівнів безвипромінювальної рекомбінації у заборонену зону GaP. Найчутливішою до опромінення є екситонна складова спектру – випромінювання екситона, зв'язаного на ізоелектронній домішці азоту.

Часткове відновлення свічення можна спостерігати в процесі ізохронного відпалу при $T=180^\circ\text{C}$.

УДК 621.315.592

*Дрізд І.М., студент, Тартачник В.П., професор, д.ф.м.н.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

ВПЛИВ ПРОНИКАЮЧОЇ РАДІАЦІЇ НА БІЛЯКРАЙОВЕ ОПТИЧНЕ ПРОПУСКАННЯ МОНОКРИСТАЛІВ ФОСФІДУ ГАЛІЮ

Світлодіодні структури, вирощені на основі GaP, входять до складу приладів, які можуть використовуватися в умовах великих дозових навантажень. Частинки високих енергій створюють у забороненій зоні напівпровідника рівні радіаційних дефектів, які є безвипромінювальними і погіршують прозорість кристалів. Необхідною умовою підвищення радіаційної стійкості світлодіодних елементів електронних схем є наявність інформації про властивості радіаційних порушень структури вихідного матеріалу.

У поданій роботі досліджувалось білякрайове поглинання фосфиду галію, опроміненого електронами з $E=50\text{MeV}$ та нейтронами реактора ($\bar{E}=2\text{MeV}$). Виявлено, що в результаті радіаційної обробки край оптичного поглинання зсувається у бік менших енергій квантів внаслідок формування хвостів густини станів у забороненій зоні напівпровідника. Нахил краю узгоджується із правилом Урбаха, і визначається характеристичною енергією $\Delta=2,2(n_i \cdot a_B^3) \cdot E_B$, де a_B – радіус Бора для електрона у кристалі, E_B – енергія Бора. Ця величина є мірою дефектності зразка, за якою можна оцінити концентрацію введених порушень. Нелінійність залежності $n_i(\Phi)$ (Φ – інтегральний потік часток) свідчить про утворення кластерів дефектів, поля яких зменшують товщину бар'єрів при тунельному переході з участю фотона. Відновлення оптичного пропускання при ізохронному відпалі відбувається монотонно і не завершується повністю при 600°C . Порядок реакції відпалу описується складною функцією температури і означає, що в межах $200\text{-}600^\circ\text{C}$ не існує єдиного механізму відновлення. При високих температурах вирішальну роль у відпалі починають відігравати як процеси розпаду складних пошкоджень, типу областей розупорядкування, так і виникнення високотемпературних комплексів із домішками.

Нагрівання кристала до температури, вищої 600°C , приводить до деструктивних змін коефіцієнта поглинання як вихідного, так і опроміненого зразка, а також до зменшення електропровідності та рухливості носіїв струму. Останній факт свідчить про активну роль термодфектів у формуванні неоднорідностей монокристалів GaP.

ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ ЗАТРИМКАМИ ЗБУДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ФАЗОВИХ АНТЕННИХ ГРАТОК

Фазована антенна ґратка (ФАГ) являє собою ряд випромінювачів (антен) з ідентичними параметрами, кожен з яких заживлений через власний фазообертач або лінію затримки. Завдяки цьому, задаючи кожному випромінювачу власний фазовий зсув, можливо практично миттєво змінювати напрямлення вісі діаграми спрямованості антени. Керування фазами дозволяє формувати та змінювати напрямлення нерухомої ФАГ, тим самим здійснювати швидке, безінерційне сканування об'єкту. Ці та інші властивості ФАГ обумовили їх перспективність та широке використання не тільки у радіолокації, радіозв'язку, але і при використанні ультразвукових хвиль в медицині для дослідження стану людини, і неруйнівному контролі при скануванні особливо важливих об'єктів.

Якщо використовувати для кожного елемента ФАГ окрему лінію затримки, то електронна система керування буде дуже складною, що значно обмежує використання ультразвукової ФАГ (УЗФАГ) при проектуванні систем неруйнівного контролю.

Враховуючи те, що УЗФАГ являє собою структуру, що повторюється, має однакову відстань між сусідніми елементами, при повороті проміну на певний кут різниця між затримками збудження сусідніх елементів (Δt_3) буде однаковою, пропонується замість складного блока затримок використовувати звичайний регістр, кожен вихід тригера якого підключено до входу запуску відповідного генератора зондуючих імпульсів. Таким чином, записавши „1” в перший тригер, ми збуджуємо перший елемент УЗФАГ, подаючи імпульси зсуву з періодом T_0 , фактично забезпечуючи різницю збудження сусідніх елементів УЗФАГ ($\Delta t_3 = T_0$). Змінюючи частоту зсуву регістра, змінюємо Δt_3 , повертаючи промінь. Враховуючи те, що кутовий шаг сканування зазвичай є постійним, частота зсуву буде змінюватись в 2,4,8....разів.

Така схема суттєво спрощує механізм роботи та апаратну реалізацію пристрою, дає змогу контролювати об'єкти у важкодоступних місцях.

Ключові слова: ультразвукова фазова антенна ґратка, регістр, елемент, тригер, збудження, лінія затримки.

УДК 621.179.14

*Клімашевська В.М., студентка, Баженов В.Г., к.т.н., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

ВИХРОСТРУМОВИЙ ДЕФЕКТОСКОП НА ОСНОВІ СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТИ

На сьогоднішній день неруйнівний контроль промислових об'єктів реалізується за допомогою різноманітних фізичних методів. Серед них досить широке використання мають вихроструміві методи контролю. За їх допомогою контрольні параметри перетворюють в амплітуду, фазу, власну частоту сигналу, оцінюють спектральний склад, тривалість імпульсу та ін. Це дає можливість судити про характер дефекту та його розміри.

За методами виділення інформації вихроструміві методи розділяють на:

- Амплітудний метод
- Амплітудно-фазовий метод
- Багаточастотний метод
- Метод вищих гармонік (спектральний метод)
- Керування глибиною проникнення вихрових струмів.

Серед перелічених методів найбільш складним у реалізуванні та, як наслідок, обмежений у використанні являється метод вищих гармонік. Його можна реалізувати за допомогою вихрострумівого дефектоскопу на основі аналізатора спектру або з використанням дефектоскопів, до складу яких входить АЦП, що з'єднується з ПК. Дані прилади незручні у використанні, оскільки мають великі габаритні розміри та являються досить енергозалежними з високим споживанням енергії.

Дуже часто НК вимагає досліджувати об'єкт у важкодоступних місцях. Це ускладнюється за рахунок великих розмірів вихрострумівих дефектоскопів. Тому виникає необхідність удосконалення дефектоскопів з метою зменшення габаритних розмірів та ваги, забезпечення енергостійкості та мінімізації вживання енергії.

Розвиток електроніки дає можливість використовувати синтезатори частоти (DDS) для реалізації малогабаритних дефектоскопів з малим споживанням енергії. Це дає змогу широко застосовувати навіть такий метод як метод вищих гармонік.

Ключові слова: вихрострумівий метод, дефектоскоп, синтезатор частоти.

Гречка Т. М., Мысливец Л. Ю., Друзенко Н. В.,
 Национальный технический университет Украины
 «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

МЕТОД ОБРАБОТКИ ИССЛЕДУЕМОГО СИГНАЛА В УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ

Определение характеристик материала, является одной из основных задач ультразвуковой дефектоскопии. Так как исследуемый сигнал всегда содержит помехи (является нестационарным), то процесс его фильтрации (выделение полезной информации) непосредственно влияет на качественный анализ материала и характеристики дефектоскопа. Записанный в числовой форме ультразвуковой (УЗ) сигнал представляет собой функцию, зависящую от времени, а процесс фильтрации описывается сверткой этой функции с импульсной передаточной функцией фильтра.

С развитием микропроцессорной техники и применением ее в ультразвуковых дефектоскопах, появилась возможность построения алгоритмов цифровой обработки ультразвуковых сигналов, в том числе для целей фильтрации. Один из более перспективных методов обработки основан на использовании дискретного вейвлетного преобразования.

Суть метода состоит в разделении исследуемого сигнала на регулярную (низкочастотную) и стохастическую (высокочастотную) компоненты, причем такое разделение производится на нескольких уровнях разложения сигнала.

Согласно теории ортогонального вейвлет-преобразования, функция $f(t) \in L^2(R)$ (t - время), определенная на всей действительной оси $R(-\infty; +\infty)$ и обладающая конечной нормой $\|f\|$, может быть представлена с помощью спектрального разложения следующего вида:

$$f(t) = f_{i_0}^A(t) + \sum_{i=i_0}^{+\infty} f_i^D(t) = \sum_{j=-\infty}^{+\infty} v_j^{(i_0)} \varphi_j^{(i_0)}(t) + \sum_{i=i_0}^{+\infty} \sum_{j=-\infty}^{+\infty} w_j^{(i)} \psi_j^{(i)}(t), \quad \text{где}$$

$f_i^A(t)$ и $f_i^D(t)$ - это соответственно крупномасштабная компонента и мелкомасштабная компонента функции $f(t)$ на i -м уровне разрешения. Здесь i_0 определяет некоторый начальный уровень, соответствующий наименьшему высокому разрешению во времени.

Предложенный подход не только повысит скорость обработки полезных ультразвуковых сигналов, но и значительно улучшит качество определения характеристик материала.

Приведены сравнительные характеристики и примеры начальных алгоритмов для фильтрации исследуемых УЗ сигналов с использованием дискретного вейвлетного преобразования.

Ключевые слова: вейвлет преобразование, ультразвуковая дефектоскопия, фильтрация.

УДК 620.179

*Ивановский П.И., студент, Швец С.Н., доцент, к.т.н.
Восточноукраински национальный университет им. В.Даля
г. Луганск, Украина*

КОНСТРУКЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО МАГНИТОИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ДЕФЕКТΟΣКОПА

Рассмотрена конструкция универсального магнитоизмерительного канала дефектоскопа, обеспечивающего одновременное измерение постоянного и переменного магнитного поля дефекта сварного шва.

Дефектоскопию структурно-неоднородных материалов, каковым является сварной шов, необходимо проводить в двух магнитных полях одновременно: переменном и постоянном и при комбинированном намагничивании. Применение постоянного магнитного поля позволяет проводить контроль сварных соединений на глубину 12-15 мм (толщина стенки нефте-газопроводной трубы диаметром 1020 мм/ 1420 мм). Таким образом, необходимо иметь две магнитоизмерительные системы для работы в постоянном и переменном поле подмагничивания. Выходом из данного положения является создание универсальной магнитоизмерительной системы, работающей одновременно в постоянном и переменном магнитном поле с одним блоком феррозондовых преобразователей. Глубинные дефекты сварного шва имеют, как правило, достаточно большие размеры, что и позволяет уверенно выявлять их в постоянном магнитном поле. В то же время поверхностные дефекты шва меньших размеров при этих условиях выявлены не будут, так как сигнал от них будет значительно меньше, чем от крупных глубинных дефектов. Поэтому, для выявления поверхностных дефектов сварного шва типа трещин с размером меньше $0,01 \times 0,1 \times 3,0$ мм необходимо использовать подмагничивание переменным магнитным полем.

Конструкция универсального магнитоизмерительного канала такова (задающий генератор (ЗГ) генерирует синусоидальное напряжение частотой 50 кГц), что дает возможность измерять переменные магнитные поля вплоть до 5 кГц. Выходной сигнал разделяется на два канала: один обрабатывает сигнал от постоянного, другой – от переменного магнитного поля. Для выделения сигнала от постоянного магнитного поля на выход синхронного детектора 1 включен активный фильтр низкой частоты. Выделение переменной составляющей измеряемого магнитного поля осуществляется с помощью второго синхронного детектора. Для этого на его тактовый вход подается напряжение частотой поля подмагничивания. Чтобы исключить коммутационные помехи, на выходе второго синхронного детектора поставлен полосовой фильтр, настроенный на частоту поля подмагничивания. Полученный таким образом сигнал пропорционален величине переменной составляющей измеряемого поля.

Ключевые слова: дефектоскоп, универсальный магнитоизмерительный канал, магнитное поле, сварной шов.

УДК 621.315.592

*Григор'євих А.О., студент, Тартачник В.П., професор, д.ф.м.н.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

ЕФЕКТ САМООРГАНІЗАЦІЇ ДЕФЕКТІВ В ОПРОМІНЕНОМУ ФОСФІДІ ГАЛІЮ

Використання проникаючої радіації з метою формування наноструктур у напівпровідникових кристалах – перспективний напрямок у сучасному приладобудуванні. З допомогою прискорених часток у зразку можна створювати надгратки потрібної конфігурації, квантові дроти, квантові точки та ін. Зручність застосування радіаційних потоків, як технологічного інструмента, полягає у можливості плавної зміни глибини проникнення в об'єкт, точного регулювання дози, введення дефектів чи домішок при будь-яких температурах, стерильності процесу.

Фосфід Галію – матеріал, на основі якого виготовляються світлодіодні джерела світла видимого діапазону. Найефективнішими є багаточарові випромінювачі, концентрацію носіїв струму в яких можна регулювати опроміненням. Відомо, що у нерівноважних системах - опромінених зразках, спостерігаються ефекти самоорганізації, під впливом яких відбувається самовпорядкування структур.

У поданій роботі ми спробували виявити подібні явища у монокристалах GaP, опромінених α -частинками з $E=80$ MeV, $\Phi=10^{17}$ см⁻². Дослідження поверхні пластини GaP проводилось комплексом АСМ(атомний силовий мікроскоп). На рис.1 зображено елемент поверхні вихідного(а) та опроміненого(б) зразка GaP. Видно, що в результаті опромінення у ньому сформувались пірамідальні нанокластери з неоднорідним розподілом по поверхні, які нагадують масиви скупчень дефектів. Оскільки введення порушень структури при опроміненні було однорідним, такі локальні утворення могли виникнути лише внаслідок міграції первинно введених пошкоджень при радіаційній обробці. Виявлений ефект не може бути обумовлений пострадіаційною релаксацією кристала - пошкодження точкового типу у GaP стабільні при кімнатній температурі.

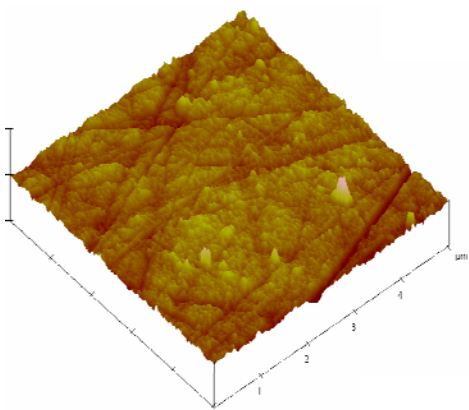


Рис.1 а

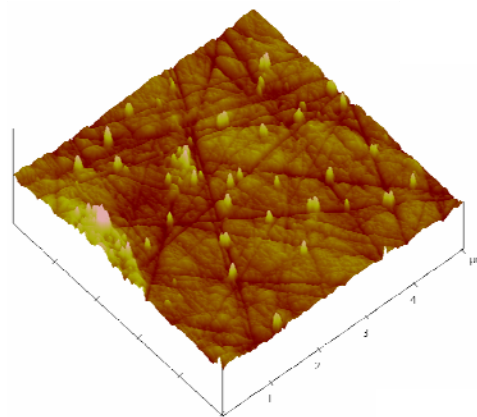


Рис.1 б

УДК 621.317.7

*Щербатый В.М., Шульга Е.О., студенты; Баженов В.Г., доцент, к.т.н.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический университет»*

ЦИФРОВОЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ

Известно, что выраженный эффект электростимуляции точек по сравнению с иглоукалыванием объясняется прежде всего тем, что при пропускании электрического тока возможно более эффективное воздействие на рецепторные образования даже в том случае, если локализация точки определена не совсем точно.

Большое значение для адекватного воздействия на акупунктурные зоны имеют частотные характеристики электростимуляции.

При выборе частоты руководствуются, прежде всего, данными о лабильности электровозбудимых тканей. Так, 1 нервный ствол способен воспроизвести до 500 импульсов в соответствии с ритмом раздражения, двигательные нервные окончания — до 150, мышца сама по — до 250. Эти данные особенно важны для правильного подбора электрических сигналов при поражении периферической нервной системы. Например, при периферическом парезе или параличе высокочастотные импульсы порядка 150—500 Гц являются запредельными.

Электрические сигналы применяют с учетом естественного состояния электромагнитных колебаний поля человека (до 10 Гц). При токах высокой частоты боль снимается быстрее, но стойкие результаты достигаются при использовании токов низкой частоты.

Таким образом, для ЭАП или ЭП целесообразно применять низкочастотные токи.

Кроме того установлено, что эффект электростимуляции точек зависит не только от частоты сигналов но и от их формы. Однако генераторы с произвольно изменяемой формой сигнала не выпускаются серийно. (Известны генераторы с прямоугольной, треугольной, синусоидальной формой сигналов, но не более)

В докладе рассматриваются методы построения генераторов низкочастотных сигналов любой формы в широком диапазоне частот для вышеупомянутых задач. Предлагается функциональная и принципиальные схемы генераторов позволяющие синтезировать любую форму сигнала, путём построения цифрового функционального преобразователя на базе комбинационных схем или на базе схем ПЗУ

УДК 534.63

Мосолаб О.О, студент, Вдовиченко О.В., ст. викладач, к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

НЕРУЙНІВНИЙ АКУСТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ДЕФЕКТНОСТІ ПОРИСТОГО ТИТАНУ

Технічно чистий титан, завдяки його біосумісності, високій міцності і малій густині, застосовується в ортопедичній хірургії. Використання пористого титану дозволяє знизити пружність імплантатів до величин, близьких до відповідних характеристик кісткової тканини. Прогресивним матеріало- та енергозберігаючим методом виготовлення пористих виробів є порошкова металургія. Проте порошковим матеріалам притаманні специфічні дефекти - недосконалі контакти між частинками порошку, які не впливають на густину, але істотно зменшують міцність і тріщиностійкість виробів. Для забезпечення бездефектного виробництва стоїть завдання розробити методи неруйнівного контролю, що дозволять проводити моніторинг в процесі виготовлення.

В роботі розглянуто можливості використання акустичних методів неруйнівного контролю для моніторингу процесу виготовлення пористих виробів з порошкового титану і особливості їх застосування з огляду на складність макроструктури матеріалів та неоднозначність модельних уявлень про вплив пористості на їх акустичні характеристики (швидкості поширення різних типів пружних хвиль).

Проведено експериментальні дослідження з визначення акустичних характеристик пружності титанових матеріалів з різною пористістю, спечених при різних температурах. Одержані дані використані для розрахунку характеристик пружності досліджуваних матеріалів та оцінки їх дефектності на основі порівняння експериментальних результатів з існуючими розрахунковими залежностями характеристик пружності від пористості.

Ключові слова: дефект, акустичний метод, пористий титан

*Жук Т.І., студентка, Петрик В.Ф., доцент
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

ГОЛОГРАФІЧНИЙ ІНТЕРФЕРОМЕТР. ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ В НК

Розглянуто різні види голографічних інтерферометрів, методи двох експозицій та реального часу, переваги та недоліки виробництва і використання в неруйнівному контролі.

Голографічні інтерферометри (ГІ) з дифузним робочим пучком, з колімованим робочим пучком, ГІ сфокусованого зображення дозволяють безконтактно і з високою точністю вимірювати переміщення і вібрації як в будь-якій точці, так і одночасно по всій поверхні об'єкту, при цьому вимірювання не залежать від якості поверхні об'єкту. На основі отриманої інформації проводиться оцінка як дефектів виробу, так і його міцності, надійності, залишкового ресурсу і т.п. Таким чином голографічна інтерферометрія вже стала невід'ємним і надійним інструментом не лише в наукових дослідженнях. Унікальні можливості цього методу використовуються для контролю якості виробів в турбінобудуванні, при виробництві автомобільних шин, при проектуванні гребель і конструкцій мостів і будівель, що несуть, для коректування процесу вирощування кристалів і в багатьох інших випадках.

При побудові реальних схем слід враховувати типи світлоділяника і розміри зони реєстрації.

Для досягнення максимального контрасту інтерференційної картини плоскості поляризації обох лазерних пучків мають бути перпендикулярні плоскості їх сходження або пучки повинні мати кругову поляризацію. З цією ж метою нормаль до плоскості пластинки повинна збігатися з бісектрисою кута сходження робочого і опорного пучків.

Не дивлячись на велику довжину когерентності сучасних лазерів різницю ходу між опорним і робочим пучками слід зводити до мінімуму.

Фотопластинка, на яку записується голограма, має свої особливості:

- чутливі у вузькій смузі частот
- роздільна здатність не менше 5000 ліній/мм (для фотографії – 200 лін/мм)
- скляна підкладка ~2 мм
- шар емульсії ~7 мкм
- розмір зерен бромистого срібла ~12 нм

Ключові слова: голографія, інтерферометр, неруйнівний контроль.

УДК 532.61

*Равський Ю.О., студент, Біліщук В.Б., асистент, Хемій І.Ю., студент.
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019*

РОЗРОБЛЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО БЛОКУ ПРИЛАДУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МІЖФАЗНОГО НАТЯГУ РІДИН МЕТОДОМ ОБЕРТОВОЇ КРАПЛІ

З метою інтенсифікації нафтовидобутку використовуються розчини поверхнево-активних речовин, що зменшують міжфазний натяг на границі розділу двох фаз — нафти і розчину поверхнево-активної речовини. На основі результатів вимірювань міжфазного натягу можна підбирати компоненти розчинів поверхнево-активних речовин, оптимальний кількісний склад кожного з компонентів у ньому, що дає змогу ефективніше проводити відповідний технологічний процес.

Для вимірювання низьких значень міжфазного натягу використовується метод Воннегута, який полягає, в тому що в трубку з важчою рідиною поміщують краплю легшої рідини. Трубку з рідинами приводять в обертання з певною частотою. В даному методі для вимірювання міжфазного натягу, при відомій різниці густин фаз, необхідно вимірювати тільки швидкість обертання і діаметр циліндричної частини краплі. Діаметр визначається із отриманого зображення краплі в ПК. Різницю густин визначають відповідними приладами

Трубка з рідинами приводиться в обертання за допомогою електричного двигуна з давачем обертів. В будову розробленого приладу входить вимірювальний електронний блок, який дозволяє визначати швидкість обертання двигуна. Вимірювальний блок складається з двох функціональних вузлів: вузла визначення частоти обертання двигуна і вузла виведення інформації. До складу вузла визначення частоти входять: підсилювач-формував, мікроконтролер типу PIC16F628A, перетворювач рівнів інтерфейсу RS232. Завдяки використанню мікроконтролера типу PIC16F628A є можливість обміну інформацією з персональним комп'ютером (ПК), що дає можливість автоматично визначати міжфазний натяг за допомогою ПК. Застосування даного мікроконтролера дозволяє зменшити кількість зовнішніх компонентів, що в свою чергу знижує вартість і габарити кінцевого приладу.

Ключові слова: міжфазний натяг, поверхнево-активні речовини, вимірювальний електронний блок, мікроконтролер, метод оберткової краплі.

УДК 541.128

Розіскулов С.С., студент; Михайлів В.І., канд. техн. наук, доцент;

Грабчук Б.Л., канд. техн. наук, доцент; Зямзіна Г.М., студент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

НЕРУЙНІВНА ДІАГНОСТИКА ІЗОЛЯЦІЇ СИЛОВИХ КАБЕЛІВ МЕТОДОМ ПОВЕРНЕНОЇ НАПРУГИ

Економічні показники роботи енергосистеми в значній степені залежать від надійності ізоляції обладнання, яка забезпечується комплексом профілактичних заходів, в тому числі різними вимірюваннями та випробуваннями.

Погіршення якості комбінованої ізоляції, поширеної у високовольтній техніці, у більшості випадків відбувається шляхом більш або менш однорідної зміни властивостей одного (чи кількох) шарів ізоляції, тоді як характеристики інших шарів залишаються практично незмінними.

Одним з методів виявлення зміни стану такої ізоляції може служити вимірювання поверненої напруги, при якому неоднорідна ізоляція витримується протягом певного часу при постійній напрузі U , щоб у ній накопичився заряд абсорбції. Далі вона від'єднується від джерела напруги і електроди на дуже малий проміжок часу замикаються закороткою, після чого розмикаються. При цьому на ізоляції виникає напруга, яка називається поверненою.

Нами проведено аналіз електромагнітних процесів у коаксіальному кабелі із двошаровим діелектриком на різних стадіях контролю методом поверненої напруги та розроблені рекомендації щодо використання отриманих результатів для контролю стану ізоляції таких кабелів.

Метод розглядається на моделі у вигляді коаксіального кабелю з двошаровим діелектриком, відносні діелектричні проникності першого і другого шарів якого становлять відповідно ε_1 і ε_2 , а їх питомі електричні провідності γ_1 і γ_2 .

Отримано такий вираз для визначення перехідної поверненої напруги на виводах кабелю на кожній стадії діагностики:

$$u_n = \frac{(\varepsilon_1 \gamma_2 - \varepsilon_2 \gamma_1) \cdot \ln \frac{r_2}{r_1} \cdot \ln \frac{r_3}{r_2} \cdot U}{(\gamma_1 \ln \frac{r_3}{r_2} + \gamma_2 \ln \frac{r_2}{r_1}) \cdot (\varepsilon_1 \ln \frac{r_3}{r_2} + \varepsilon_2 \ln \frac{r_2}{r_1})} \cdot (e^{-t/\tau_1} - e^{-t/\tau_2}),$$

де $\tau_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_1}{\gamma_1}$, $\tau_2 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_2}{\gamma_2}$ - сталі часу; r_1 - радіус жили; r_2 - радіус

границі розділу шарів ізоляції; r_3 - внутрішній радіус оболонки кабелю.

Таким чином повернена напруга несе інформацію про ступінь неоднорідності ізоляції, за зміною форми і значенням якої можна контролювати стан ізоляції кабелю.

Ключові слова: повернена напруга, неоднорідність ізоляції, електромагнітні процеси, високовольтний силовий кабель

УДК 620.179

*Костюк Я.І., студент; Кісіль І.С., докт. техн. наук, професор
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

КОНТРОЛЬ ТОВЩИНИ ТРУБ НАФТОГАЗОВОГО СОРИМЕНТУ ЕЛЕКТРОМАГНІТО-АКУСТИЧНИМ МЕТОДОМ

Одним із найважливіших параметрів, що характеризує технічний стан металоконструкцій є товщина його відповідальних елементів. Операція контролю товщини є найпоширенішою при технічному діагностуванні і входить практично у всі розрахункові вирази для визначення несучої здатності конструкції. Серед існуючих методів контролю товщини елементів металоконструкцій найбільш ефективним є акустичний. Проте необхідність забезпечення якісного акустичного контакту між п'єзоперетворювачем та поверхнею об'єкта контролю (ОК) за допомогою контактних рідин значно обмежує його застосування.

Тому потрібно більш продуктивніший метод, який би дозволив обійтись без контактної рідини і зачищення поверхні об'єкта контролю. Дану задачу можна вирішити за допомогою електромагніто-акустичного перетворювача (ЕМАП). Для нього не потрібно контактної рідини, не потрібно високої чистоти поверхні об'єкта контролю. Приведена нижче таблиця показує точність результатів вимірювання за допомогою ЕМАП-перетворювача.

Зазор між ЕМАП-перетворювачем і поверхнею ОК, мм	0,5	1	2	2,5	3	3,5
Точність результатів вимірювання товщини, %	100	100	100	100	98	62

Використання даного методу є доволі перспективним, так як не потребує контактної рідини і зачищеної поверхні об'єкта контролю. Це дозволяє проводити контроль у польових умовах набагато швидше, ніж за допомогою звичайного контактного ультразвукового товщиноміра.

Ключові слова: електромагніто-акустичний метод, поверхня, п'єзоперетворювач

УДК 681.518

*Дмитриків В.А., студент; Боднар Р.Т., доцент, канд. техн. наук
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

ДІАГНОСТИКА НАДІЙНОСТІ ЕНЕГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТРОЛЮ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ОЛИВ

При експлуатації силових електроустановок трансформаторне масло не тільки виконує функції діелектрика і охолоджуючого середовища, але і є діагностичним середовищем. Більшість дефектів, що розвиваються, можуть бути визначені за допомогою своєчасного контролю стану трансформаторного масла. Для цієї мети розроблено пристрій для діагностики трансформаторного масла оптичним методом.

При дослідженні даної теми було виявлено найбільшу ефективність використання випромінювання в інфрачервоній та видимій областях спектру. Структурна схема пристрою для контролю приведена на рис. 1.

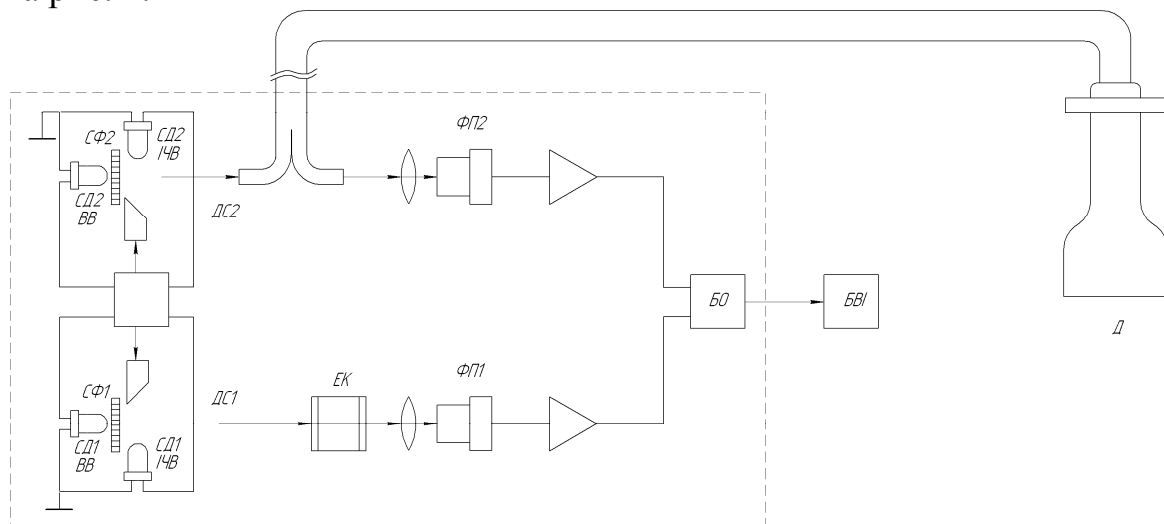


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою

Із джерела світла ДС1 випромінювання з заданим спектром довжин хвиль проходить через кювету ЕК, заповнену еталонним зразком масла, після чого поступає на фотоприймач ФП1. З виходу ФП1 підсилений сигнал поступає на блок обробки БО. В той час випромінювання із джерела світла ДС2 з аналогічною інтенсивністю та спектром довжин хвиль ДС1 через оптоволокну поступає на датчик, в якому проходить через досліджуване трансформаторне масло, і по оптоволокну подається на фотоприймач ФП2, з виходу якого підсилений сигнал поступає на блок обробки БО.

Блок обробки представляє собою аналізатор прийнятих сигналів з досліджуваного та еталонного зразків масла. Таким чином, порівнюючи дані сигнали, можна робити висновки про стан об'єкта контролю. При цьому результати дослідження виводяться на блок виведення інформації БВІ.

При аналізі використовуються явища поглинання і розсіювання випромінювання аналізованою речовиною. Поглинання (абсорбція) випромінювання кількісно описується законом Бугера-Ламберта-Бера.

Ключові слова: трансформаторне масло, спектри випромінювання, явища поглинання і розсіювання, закон Бугера-Ламберта-Бера

УДК 620.31

*Сиротинський Р.М., студент; Кісіль І.С., докт. техн. наук, професор
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

КОНТРОЛЬ РІВНЯ НАФТОПРОДУКТІВ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЗЕРВУАРАХ ТЕПЛОВІЗІЙНИМ МЕТОДОМ

Актуальною проблемою визначення рівня рідини в резервуарі є те, що установки, які використовуються при цьому, повинні безпосередньо бути встановленими в самому резервуарі, що не завжди є можливим.

Одним з основних методів, які використовуються при вимірюванні рівнів в резервуарах з нафтопродуктами, є визначення рівня рідини поплавковим, ультразвуковим та іншими способами. Але дані установки є дорогими і не завжди їх можна використовувати.

При використанні поплавкових рівнемірів необхідно встановити установку безпосередньо в резервуарі, що вимагає залучення додаткових зусиль.

При використанні тепловізійного методу контролю не потрібно встановлювати додаткові вузли безпосередньо в резервуар. Але при використанні даного методу результати будуть мати значну похибку. Велика швидкодія контролю рівня рідини в резервуарах тепловізійним методом, одночасність контролю рівнів в декількох резервуарах дає можливість оператору оперативно оцінити обстановку в резервуарному парку і прийняти відповідне рішення, що надає певну перевагу цьому методу.

Розроблено структурну схему тепловізора для безконтактного контролю рівня нафтопродуктів в резервуарах великої ємності (до 25 тис. м³), методику проведення контролю цим тепловізором, оцінено метрологічні характеристики розробленого тепловізора. Показано, що швидкодія контролю рівня нафтопродукту в резервуарі за допомогою такого тепловізора не перевищує одне вимірювання за 10 с.

Ключові слова: рівень, нафтопродукт, резервуар, тепловізор, структурна схема