

9. El Khayat, I., Geurts, P., Leduc, G. Machine-learned versus analytical models of TCP throughput [Text] / Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecommunications Networking. – 2007. – Vol.51, Issue 10. – pp. 2631–2644.
10. Nguyen, T.T.T., Armitage, G. A Survey of Techniques for Internet Traffic Classification using Machine Learning [Text] / Communications Surveys & Tutorials, IEEE. – 2008. – Vol.10, Issue 4. – pp. 56–76.
11. Mirza, M., Sommers, J., Barford, P., Zhu, X. A machine learning approach to TCP throughput prediction [Text] / SIGMETRICS '07 Proceedings of the 2007 ACM SIGMETRICS international conference on Measurement and modeling of computer systems. – 2007. – pp. 97–108.
12. ITU-T Y.2007 ITU-T Recommendation Y.2007 (2010), Next Generation Networks – Frameworks and functional architecture models, 2010, 37 p.
13. Meyn, S. Control Techniques for Complex Networks [Text] / S. Meyn. – Cambridge University Press. Pre-publication Press for on-line viewing, 2007. – 615 p.
14. Chiang, M. Layering as Optimization Decomposition: A Mathematical theory of Network Architectures [Text] / M. Chiang, S.H. Low, A.R. Calderbank, J.C. Doyle // Proceedings of the IEEE. – 2007. – Vol.95, No.1. – pp. 255–312.
15. RFC 4614 Duke, M., Braden, R., Eddy, W., Blanton, E. A Roadmap for Transmission Control Protocol (TCP) Specification Documents, 2006. – 33 p.
16. RFC 3782 Floyd, S., Henderson, T., Gurtov, A. The NewReno Modification to TCP's Fast Recovery Algorithm, 2004. – 19 p.
17. Afanasyev, A., Tilley, N., Reiher, P., Kleinrock, L. Host-to-Host congestion control for TCP [Text] / IEEE Communication Surveys and Tutorials. – 2010. – Vol.12, Issue 3. – pp. 304–342.
18. Еременко, А.С., Персиков, А.В. Управление передачей трафика транспортной сетью NGN с учетом повторных передач [Текст] / Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – №.5/2 (29) – С. 4–12.
19. Аналитатор сетевых протоколов Wireshark [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.wireshark.org/> – 20.08.2011 г. – Загл. с экрана.
20. Аналитатор файлов TCP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: <http://www.tcptrace.org/> – 20.08.2011 г. – Загл. с экрана.

У роботі розглянуті питання дослідження та контролю міцності з'єднань з натягом, зібраних термічним способом, по акустичних та частотно-теплових параметрах

Ключові слова: з'єднання з натягом, термічний спосіб складання

В работе рассмотрены вопросы исследования и контроля прочности соединений с натягом, собранных термическим способом, по акустическим и частотно-тепловым параметрам

Ключевые слова: соединения с натягом, термический способ сборки

Work examines questions of study and control of strength of the connections with the interference, assembled by thermal method, on the acoustic and frequency- thermal parameters

Keywords: connection with the interference, the thermal method of assembling

УДК 621.88.084.1

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ З'ЄДНАНЬ З НАТЯГОМ, ЗІБРАНИХ ТЕРМІЧНИМ СПОСОБОМ

А.С. Зенкін

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедру
Кафедра метрології, стандартизації та сертифікації*

І.Л. Оборський

Кандидат технічних наук, доцент, заступник завідувача
кафедру

Кафедра машин легкої промисловості*

*Київський національний університет технологій та
дизайну

вул. Немировича-Данченка, 2, м. Київ, Україна, 01011

Контактний тел.: 050-380-94-90; (044) 234-98-57

E-mail: ivan.oborskiy@mail.ru

1. Вступ

На сьогоднішній день однією з задач складального виробництва у машинобудуванні являється вдосконалення технології складання з'єднань з натягом, які

отримали широке застосування в різноманітних машинах та механізмах завдяки своїй простоті, технологічності виготовлення та економічності [1].

Однією з причин повільного впровадження термічних методів складання являється відсутність над-

ійних методів контролю якості з'єднань [1, 2]. У даний час в машинобудуванні для контролю з'єднань з натягом починають використовувати неруйнівні методи (за допомогою ультразвуку, розсіювання енергії пружних коливань) [2-6]. Є метод оцінки якості з'єднань по відношенню до амплітуд ехо-сигналів, відбитих від зони стиску, до амплітуди сигналів, відбитих від верхні осьового отвору охоплюваної деталі. При цьому якість з'єднань поділяється на класи: немає натягу, погано, задовільно, добре та дуже добре. Недоліком цього методу є те, що проконтролювати можливо тільки з'єднання з вільною поверхнею охоплюваної деталі. Отож, ефективне вирішення задач підвищення продуктивності складальних процесів і якості з'єднань з натягом являється на сьогодні актуальним. Як показує виробничий досвід і досягнення деяких передових машинобудівних підприємств, застосування в більш широкому і раціональному використанні термічних методів складання дозволяє не тільки отримати надміцні з'єднання, але і відкрити можливості для комплексної механізації та автоматизації цього трудомісткого процесу.

Метою роботи є встановлення аналітичних і експериментальних залежностей, що дозволяють використовувати методи акустичної емісії і частотно-тепловий для контролю з'єднань з натягом.

2. Аналіз та результати досліджень

Розглянемо особливості контролю якості з'єднань з натягом зібраних термічним методом, що являється актуальною науково-практичною задачею.

Контроль у процесі формування з'єднань починається тоді, коли складальний зазор стає рівним нулю, а між посадочними поверхнями деталей ще відсутній контактний тиск. Подальший перерозподіл теплоти між деталями з'єднання при триваючому теплообміні з навколишнім середовищем збільшує щільність контакту і формує зону спряження. Теплопередача між деталями тепер залежить від термічного опору контакту, який менший, ніж термічний опір зазору, оскільки в ньому площа металевого дотику значно більша. У процесі формування з'єднання температурний опір, який визначається величиною перепаду температур між деталями з'єднання, зменшується, прямує до нуля. Зменшується і швидкість теплообміну. Натяг збільшується, прямує до своєї кінцевої величини в даному з'єднанні, що збільшує щільність контакту і полегшує умови теплообміну. Ці фактори і визначають величину термічного опору R_T . З достатньою для інженерних розрахунків точністю можна користуватися середніми для даного з'єднання значеннями R_T .

Час τ_ϕ формування з'єднання, протягом якого відбувається вирівнювання температур між деталями до перепаду ΔT_ϕ , може бути визначено рішенням задачі теплообміну в тій же постановці, що і для часу скріплення $\tau_{ск}$ деталей в з'єднання. Однак тут у теплообміні бере участь вся маса металу валу і втулки. Тому:

$$\tau_\phi = \frac{R_T \ln \frac{\Delta T(1-\theta)}{\Delta T_\phi}}{S(C_{вп}m_{вп})^{-1} + (C_{вт}m_{вт})^{-1}},$$

де R_T - термічний опір контактного шару; ΔT - різниця температур між валом і втулкою в початковий момент складання, °C, $m_{вп}$ - маса всього валу, кг; $m_{вт}$ - маса вала, що знаходиться під посадковою поверхнею S; θ - відносна температура

$$\theta = \frac{N(C_{вп}m_{вп} + C_{вт}m_{вт})}{d \cdot \Delta T(C_{вп}m_{вп}\beta_{вт} + C_{вт}m_{вт}\beta_{в})},$$

де $\beta_{вт}$ і $\beta_{в}$ - відповідно коефіцієнти лінійного розширення матеріалу втулки та валу, $1/^\circ\text{C}$.

Відповідно термічний опір контакту $R_T=1/a_k$, де $a_k = a_c + a_m$ - загальна теплопровідність середовища (повітря) в зазорі a_c та металу a_m . Теплопровідністю середовища в місці контакту рівної $18 \cdot 10^3 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$ можна знехтувати.

Тоді загальна теплопровідність

$$a_k = 8 \cdot 10^3 \lambda_M \left(\frac{P}{3\sigma} K \right)^{0.86},$$

де λ_M - теплопровідність металу, $\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$, p - контактний тиск, Па; $K=15/(h_{серв}+h_{сервт})$ - коефіцієнт, що враховує середні значення висот мікронерівностей посадочних поверхонь валу і втулки відповідно, мм.

Для складання з термодією середнє значення теплопровідності a визначається:

$$a_k = a_m = 8 \cdot 10^3 \lambda_M \left(\frac{P}{3\sigma} K \right)^{0.86} \psi,$$

де ψ - поправочний коефіцієнт, отриманий дослідним шляхом; для з'єднань, що збираються з охолодженням рідким азотом $\psi=0,0842$, а для складання з нагріванням $\psi = 0,08$.

Процес абсолютного вирівнювання температур (формування натягу) досить тривалий. Практично ж формування натягу закінчується раніше при деякому ΔT_ϕ . При одночасній реєстрації температури деталей і сигналів акустичної емісії пластичні деформації в контактній зоні закінчуються при $\Delta T_\phi = 5^\circ\text{C}$ для деталей з приблизно однаковими масами і $\Delta T_\phi = 10 \dots 15^\circ\text{C}$ для з'єднань з валами і втулками, що мають різні маси.

При формуванні з'єднань в зоні контакту деталей відбувається інтенсивний процес теплообміну і збільшення радіального тиску, що викликає взаємне впровадження мікронерівностей поверхонь, що сполучаються, їх пластичну деформацію та тертя між ними. У свою чергу пластична деформація мікронерівностей призводить до їх руйнування, що є джерелом вивільнення імпульсної енергії. При цьому кожен імпульс несе інформацію про події у зоні контакту.

За допомогою відповідного датчика (наприклад, п'єзокерамічного) акустичні сигнали можуть перетворюватися в електричну напругу, що дозволяє реєструвати їх сплески, сумарну кількість, інтенсивність, а також тривалість акустичної емісії.

Для отримання даних, що пов'язують несучу здатність з'єднань з параметром акустичної емісії, були проведені дослідження на зразках (вал - втулка), виготовлених із сталі 45. Посадковий діаметр з'єднань і довжина сполучення були 55 мм, а зовнішній діаметр втулки 110 мм. Остаточну обробку поверхонь, що сполучаються, проводили чистовим точенням; при цьому параметри шорсткості були $Ra = 1,25 \dots 0,62 \text{ мкм}$.

Після вимірювання вся партія дослідних зразків була розподілена на три групи по 20 комплектів. Перша група деталей мала натяг 30-40 мкм, друга і третя відповідно 50-60 і 70-80 мкм. Зборку деталей групи 1 і 2 проводили тільки з охолодженням вала в рідкому азоті до температури -196°C, а при складанні деталей групи 3 використовували нагрівання втулок до 60°C. Перед складанням деталі знежирювали. Втулку 1 встановлювали в спеціальне пристосування (рис. 1), що складається з основи 3, що має контактну кнопку 4, і пристрою 5, яке забезпечує необхідне розташування і силу притискання п'єзокерамічного датчика 6.

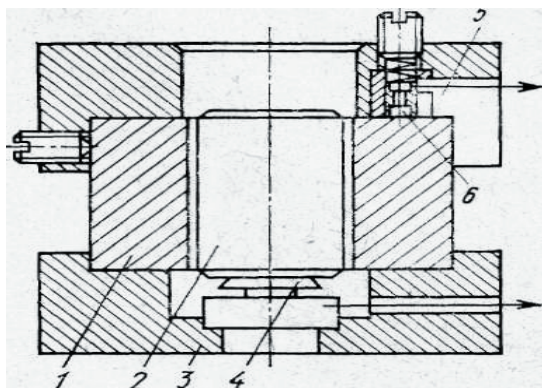


Рис. 1. Пристрій для складання та контролю з'єднань з натягом

Датчик 6 має п'єзоелемент, виконаний у вигляді диска з кераміки, підключали до апаратури обробки і реєстрації сигналів акустичної емісії. Охолоджений вал 2 встановлювали в отвір відповідної втулки і кнопкою 4 включали реєструючу апаратуру для запису сигналів акустичної емісії на стрічці осцилографа (амплітуди і частоти) і підрахунку сумарного їх кількості за час формування натягу у вигляді цифрових даних.

Обробка результатів експериментальних досліджень, що включають кількість зареєстрованих імпульсів акустичної емісії за досліджуваний інтервал часу формування натягу, а також інтенсивність акустичної емісії в цей період дозволили встановити певні залежності між цими величинами і міцністю з'єднання. Міцність з'єднання після місяця витримки (для стабілізації напруги) визначали за силою розпресування.

У табл. 1 наведені результати досліджень з'єднань.

Таблиця 1

Залежність сумарної кількості сигналів акустичної емісії від натягу та міцності з'єднань

№ групи з'єднання	Натяг, мкм	Сумарна акустична емісія, тис. імпульсів	Сила розпресування, кН
1	30-40	10-12	152
2	50-60	5-6	324
3	70-80	4-5	400

З'єднання групи 1, які мають мінімальний натяг при формуванні контакту, дають найбільшу кількість сигналів акустичної емісії, а з'єднання з максимальним натягом групи 3 володіють мінімальною кількістю сигналів акустичної емісії. Як показали дослідження,

час формування зони контакту, який залежить від натягу і температури деталей, які надходять на складання, прямо впливає на сумарну величину сигналів акустичної емісії.

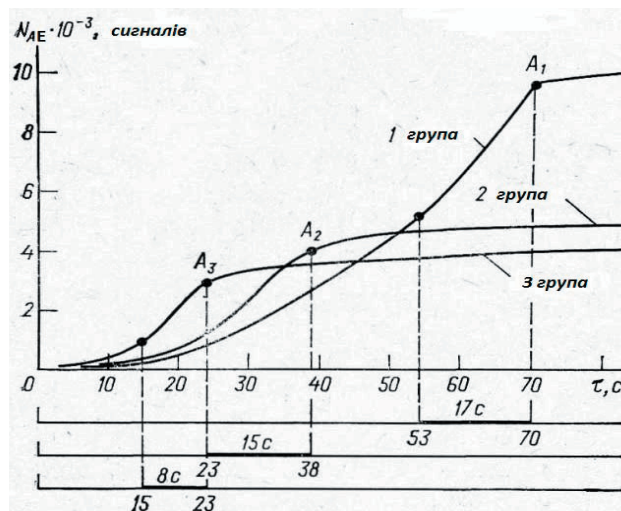


Рис. 2. Інтенсивність акустичної емісії в залежності від натягу та часу формування з'єднання

З графіків (рис. 2), на яких представлена інтенсивність сумарної кількості сигналів акустичної емісії в часі, видно, що для всіх груп вона характеризується двома періодами: періодом різкого зростання і періодом загасання. Так, для групи 1 деталей період різкого набору сигналів акустичної емісії розташовується від початкової точки до точки A₁, а для груп 2 і 3 відповідно до точок A₂ і A₃. Періоди загасання сигналів розташовуються праворуч від точок A₁, A₂ і A₃. Встановлено, що перший період - період різкого набору акустичної емісії є визначальним при формуванні зони контакту для всіх трьох груп з'єднань і має різний час в залежності від натягу. Так, для натягів 30-40 мкм (група 1) час формування зони контакту складає близько 80 секунд, для натягів 50-60 мкм (група 2) і натягів 70-80 мкм (група 3) відповідно 40 і 23 секунди.

Це можна пояснити тим, що деталі, які мають великий натяг, раніше входять в щільний контакт, мають найменшу кількість переміщень плям контакту і формування зони контакту відбувається в мінімальний час.

Аналіз графіків показує, що інтенсивність акустичної емісії у інтервалі другої і третьої тисячі сигналів для всіх трьох груп різна і є визначальною. Так, у з'єднань групи 1 кількість сигналів акустичної емісії в цей період досягається через 15 секунд, а для груп 2 і 3 відповідно 12 і 6 секунд.

Після складання і закінчення формування контакту його можна піддавати контролю частотно-тепловим способом. Спосіб полягає в оцінці величини дійсного натягу по зміні власної частоти (СЧ) коливань з'єднання.

Зміна натягу в з'єднанні змінює напружений стан деталей, що відбивається на величині його власної частоти коливань. Залежність ця прямо пропорційна в області пружних деформацій металу. Однак оцінка величини натягу по СЧ коливань з'єднання прямими вимірами, як показали експерименти, дає помилку в

25 - 10% величини натягу, що не дозволяє рекомендувати такий метод до промислового застосування.

Цей спосіб придатний для з'єднань, що складаються з нагрівом, оскільки зазвичай імпульс можна створювати в тому ж пристрої, який використовують для термодії на втулку перед складанням. Крім того, електромагнітний збудник і приймач коливань можуть бути змонтовані тут же, на рамі пристрою для термодії.

Імпульс повинен нагрівати тільки периферію деталі, виключивши поширення теплоти у вал протягом повторного вимірювання СЧ коливань f_2 . Теплове розширення посадкової поверхні втулки, зменшує натяг N на величину

$$\epsilon = \frac{\beta_{BT} d}{2C_{BT} m_{BT}} q_n,$$

де q_n - енергія каліброваного теплового імпульсу, ВА.

Величина ϵ повинна бути менше N_{min} , щоб з'єднання не розбиралося.

При вимірі краще використовувати низькочастотну складову спектру власних частот коливань, відповідно згинальних коливань з двома вузловими діаметрами.

Розпізнати низькочастотну складову можна визначивши її за відомою формулою:

$$f_n = \frac{5.25 h}{\pi \sqrt{3} D^2} \sqrt{\frac{E}{\rho(1-\mu^2)}},$$

де h - висота (товщина) втулки, см; D - зовнішній діаметр втулки, см; E - модуль пружності, Па; ρ - щільність, kg/m^3 ; μ - коефіцієнт Пуассона.

Ця формула дає наближене значення f_n , яке уточнюється виміром двох еталонних зразків даного типу з'єднання. Зразки виготовляють з натягами N_{min} і N_{max} відповідно допуску посадки. За цими зразками вимірювальним пристроєм визначаємо верхню і нижню межі СЧ коливань.

Схема пристрою для контролю разом з індуктором для нагріву наведено на рис. За. Пристрій містить вимірювальну автоколивальну систему, що складається з підсилювача 1, фазаобертача 2, фільтра 3, регулятора амплітуди 4, електромагнітного збудника 5 і приймача коливань 6. Спільно з опорами 7, на яких розташовано з'єднання 8, приймально-випромінююча система забезпечує найкращі умови збудження і прийому вібраних для реєстрації СЧ коливань. Калібрований тепловий вплив на з'єднання здійснюється індуктором 9 оснащеним реле часу 10. СЧ коливання з точністю до 1 Гц вимірює частотомір 11, підключений до виходу підсилювача. Результати вимірювань реєструються друкуючим пристроєм 12 (МПУ 16-2). Потужність збудника 0,01 Вт.

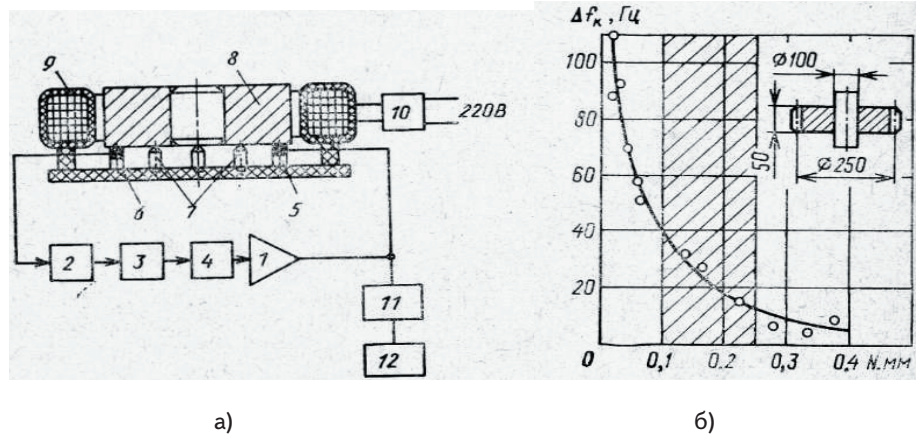


Рис. 3. Схема приладу (а) для контролю якості з'єднань за власними частотами коливання та графік (б) зміни власних частот коливань в залежності від натягу

Вимірювання виконуються в такій послідовності. За допомогою підсилювача, фазаобертача, фільтра, регулятора амплітуди створюються незгасаючі коливання у вимірювальній автоколивальній системі та контрольованому сполученні, а також частотоміром визначають значення нижчої резонансної частоти.

Потім на з'єднання впливають каліброваним імпульсом енергії, тривалість якого визначають з допомогою реле часу, і реєструють СЧ коливання. Режим імпульсного нагріву залежить від необхідної продуктивності контролю, потужності індукційного нагрівання і обмеження $\epsilon < N_{min}$.

На рис. 3 б представлено графік зміни власних частот, коливань сталевих з'єднань типу вал - зубчасте колесо, отриманих вимірами за описаною схемою (рис. 3 а). Заштрихована зона - допустимий діапазон частот, при яких з'єднання вважається придатним. Як видно з графіка (рис. 3 а) СЧ коливання змінюються обернено пропорційно натягу. Найменший розкид показаний у пружній зоні роботи металу деталей з'єднання.

Тривалість теплового імпульсу 3 - 5 с. Активна потужність нагріву залежить від маси з'єднання і становить 5 - 15 кВт. Точність вимірювань $\pm 5\%$. Оцінка точності ґрунтувалася на визначенні величини натягу кожного з зібраних з'єднань, вимірами посадочних поверхонь індикаторними приладами. Результати комплексу експериментальних досліджень дозволяють рекомендувати даний метод для промислового використання. Відповідний прилад використовується при контролі з'єднань редуктора з посадковим діаметром до 80 мм.

Висновки

Таким чином, використання неруйнівних методів контролю міцності з'єднань, складання яких проводиться термічними методами, потребує проведення спеціальних теоретичних і експериментальних досліджень, а також створення надійної апаратури для здійснення контролю. Поєднання переваг термічних методів складання з ефективним контролем якості складання з'єднань дозволить значно підвищити надійність і розширить номенклатуру відповідних з'єднань з натягом.

Література

1. Зенкин А.С., Арпентьев Б.М. Сборка соединений термическими методами [Текст] / А.С. Зенкин, Б.М. Арпентьев. – М.: Машиностроение, 1987. – 128 с.
2. Зенкин А.С., Кантур В.Г. Акустическое исследование прочности соединений с натягом / А.С. Зенкин, В.Г. Кантур //Прогрессивные технологические методы механообработки, сборки и обеспечения качества цилиндрических деталей. – Пенза: Пензенский дом научно-технической пропаганды. – 1982. – С. 20-21.
3. Грешников В.А., Доброхот Ю.В. Акустическая эмиссия. Применение для испытаний материалов и изделий [Текст] / В.А. Грешников, Ю.В. Доброхот. – М.: Изд-во стандартов.–1976. –272 с.
4. Филоненко С.Ф. Акустическая эмиссия. Измерение, контроль, диагностика [Текст] / С.Ф. Филоненко. – К.: КМУГУ, 1999, –312 с.
5. Dornfeld D.A., Lisiewicz V. Acoustic emission feedback for precision deburring [Текст] / D.A. Dornfeld, V. Lisiewicz. – CIRP Ann, part C. – 1992, p. 93 – 100.
6. Девин Л.Н. Прогнозирование работоспособности металлорежущего инструмента [Текст] / Л.Н. Девин. – К.; Наукова думка. –1992. –131с.

Представлено модель сигналів кольорових смуг для використання в системах контролю якості роботи відеотрактів цифрового телебачення. Запропоновано набір параметрів цих сигналів для стандартів стандартної і високої чіткості з довільною розрядністю квантованого представлення для форматів дискретизації 4:2:2 та 4:4:4

Ключові слова: ЦТБ, відеотракт, ТБСЧ, ТБВЧ, сигнали кольорових смуг

Представлена модель сигналов цветных полос для использования в системах контроля качества работы видеотрактов цифрового телевидения. Предложен набор параметров этих сигналов для стандартов стандартной и высокой четкости с произвольной разрядностью квантованного представления для форматов дискретизации 4:2:2 и 4:4:4

Ключевые слова: ЦТ, видеотракт, ТСЧ, ТВЧ, сигналы цветных полос

The model of color bar signals is presented for use for digital television video paths performance control. The set of parameters of these signals is offered for SDTV and HDTV standards with arbitrary bit depth of the quantized presentation for sampling formats of 4:2:2 and 4:4:4

Keywords: digital television, video path, SDTV, HDTV, color bar signals

УДК 621.397.132

ПАРАМЕТРИ СИГНАЛІВ КОЛЬОРОВИХ СМУГ ДЛЯ СИСТЕМ СТАНДАРТНОЇ ТА ВИСОКОЇ ЧІТКОСТІ

О. В. Гофайзен

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*
Контактний тел. 050-395-39-35
E-mail gofaizen@uniirt.com.ua

Мохаммед Хасан Хессейн Алі

Аспірант*
Контактний тел. (+249) 123-978-888, 050-395-39-35
E-mail ssafssaf.1975@yahoo.com

В. В. Пилявський

Викладач*
Контактний тел. 097-673 70 26, (048) 725-77-66
E-mail vova_pil@ukr.net
*Кафедра телебачення і радіомовлення
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова
вул. Ковальська, 1, м. Одеса, Україна, 65029

Вступ

Ця робота є продовженням робіт, присвячених дослідженню та вдосконаленню сигналів, призначених для оцінки й контролю якості роботи цифрового відеотракту системи цифрового телебачення. В роботі [1] було опубліковано дослідження сигналів активної

частини рядків згідно з відміненою в теперішній час Рекомендацією ІТУ-R BT.801-1 (№ 1–№ 14).

В роботі проведено дослідження сигналів кольорових смуг, що їх було визначено в Рекомендації ІТУ-R BT.801-1, з метою усунути обмеження, що мали місце в тексті цієї рекомендації. Враховуючи, що сигнали кольорових смуг використовують найчастіше серед