

# НОВИЙ СТАНДАРТ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ АЕ МОНІТОРИНГУ

Л.М. Лобанов<sup>1</sup>, А.Я. Недосека<sup>1</sup>, С.А. Недосека<sup>1</sup>, М.А. Яременко<sup>1</sup>, М.А. Овсієнко<sup>1</sup>, З.Т. Назарчук<sup>2</sup>, В.Р. Скальський<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: [st\\_private@hotmail.com](mailto:st_private@hotmail.com)

<sup>2</sup>Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. 79060, м. Львів, вул. Наукова 5.

E-mail: [pminasu@ipm.lviv.ua](mailto:pminasu@ipm.lviv.ua)

У статті розглядаються основні положення нового ДСТУ 9118:2022 «Технічна діагностика. Діагностування технічного стану матеріалів конструкцій. Загальні вимоги». Стандарт поширюється на промислові об'єкти: трубопроводи, трубопровідні системи та технологічне обладнання (котли, вмістища, резервуари тощо) енергетичних, нафтопереробних, нафтохімічних і хімічних виробництв, вантажопідійомних засобів і споруд та інших зварних конструкцій підвищеної безпеки. Стандарт встановлює основні положення з технічного діагностування, його показники та характеристики, вимоги до діагностичного забезпечення об'єкту. Стандарт призначений для персоналу, фахівців та посадових осіб, які займаються оцінюванням технічного стану об'єктів. Розглянуто використання методу АЕ у режимі безперервного моніторингу для забезпечення виконання положень стандарту. Бібліогр. 5, табл. 2, рис. 3.

*Ключові слова:* стандарт, діагностика, вимоги, конструкції, обладнання, об'єкти

**Вступ.** Вимоги до підвищення якості робіт з оцінки стану конструкцій викликали необхідність розробки нового, точнішого стандарту [1]. Це необхідно ще й тому, що в Україні передбачається великий обсяг робіт із відновлення зруйнованих війною об'єктів інфраструктури та будівництва нових, досконаліших. Слід відзначити, що об'єкти, які відновлюються та знову будуються, повинні бути перевірені інтегрально і по всьому силовому обсягу на можливість подальшої безаварійної експлуатації з необхідними гарантіями і точністю прогнозування їх безаварійної експлуатації. Такий стандарт розроблено зусиллями співробітників Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона [2] та Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка [3] з урахуванням багаторічного досвіду обох установ у даній галузі. Основний наголос зроблено на кількісні показники діагностування та точність оцінки стану матеріалу конструкцій, що діагностуються [4]. Стандарт набрав чинності з 1 липня 2022 р. Нижче наведено вибірково вміст цього документу з акцентом на найсуттєвіших положеннях. Відзначимо, що розроблений стандарт з технічної діагностики на даний час є першим та єдиним документом, що регламентує необхідність кількісної оцінки стану конструкцій.

**Основні положення ДСТУ 9118:2022 «Технічна діагностика. Діагностування технічного стану матеріалів конструкцій. Загальні вимоги».** Згідно з термінологією стандарту:

Діагностичне забезпечення об'єкту – комплекс взаємопов'язаних діагностичних параметрів, ме-

тодів, правил, засобів технічної діагностики, зазначених у технічній документації, необхідних для здійснення діагностування об'єкту.

Діагностична модель об'єкту – формальний опис об'єкту, що піддається діагностуванню, необхідний для вирішення завдань діагностування (в аналітичній, табличній, векторній, графічній та ін. формі).

Розділ «Загальні положення» стандарту регламентує завдання та передумови виконання процедури з технічного діагностування конструкцій.

Технічне діагностування стану матеріалів конструкцій повинно проводитися в процесі: а) виробництва (за потреби); б) експлуатації та ремонту. Об'єктом діагностування є матеріал конструкцій. Метою технічного діагностування матеріалів і конструкцій є підтримка встановленого рівня надійності, забезпечення вимог безпеки та ефективності їх використання.

Технічне діагностування виробів повинно бути спрямоване на вирішення таких взаємопов'язаних завдань: а) визначення поточного технічного стану; б) визначення місць, що можуть являти загрозу для безпечного функціонування об'єктів діагностування; в) прогнозування технічного стану.

Для здійснення технічного діагностування об'єкту необхідно: а) встановити показники та характеристики діагностування; б) забезпечити пристосованість об'єкту до технічного діагностування; в) розробити діагностичне забезпечення об'єкту.

Лобанов Л.М. – <https://orcid.org/0000-0001-9296-2335>, Недосека А.Я. – <https://orcid.org/0000-0001-9036-1413>, Недосека С.А. – <https://orcid.org/0000-0002-3239-381X>, Яременко М.А. – <https://orcid.org/0000-0001-9973-4482>, Овсієнко М.А. – <https://orcid.org/0000-0002-2202-827X>, Назарчук З.Т. – <https://orcid.org/0000-0003-0402-0570>, Скальський В.Р. <https://orcid.org/0000-0001-5713-872X>

© Л.М. Лобанов, А.Я. Недосека, С.А. Недосека, М.А. Яременко, М.А. Овсієнко, З.Т. Назарчук, В.Р. Скальський, 2023

Забезпечення пристосованості об'єкту до технічного діагностування повинно проводитися відповідно до вимог нормативної документації. Показники і характеристики діагностування, вимоги щодо пристосованості об'єкту до діагностування та діагностичного забезпечення об'єкту повинні включатися до технічних завдань та в нормативно-технічну документацію, що розробляється в процесі проведення дослідно-конструкторських робіт. Контроль виконання вимог щодо показників та характеристик діагностування здійснюється при проведенні попередніх, приймальних і періодичних випробувань за програмами та методиками випробувань на об'єкт.

**Розділ «Показники і характеристики діагностування»** регламентує вимоги до переліку показників оцінки та прогнозування стану конструкцій, що діагностуються. Встановлюються такі показники діагностування: а) показники достовірності і точності діагностування; б) показники техніко-економічні.

Показники достовірності і точності діагностування наведено в табл. 1. Техніко-економічні показники містять: а) питомі витрати на діагностування; б) середню оперативну трудомісткість діагностування; в) середню оперативну тривалість діагностування; г) періодичність діагностування.

Встановлюються такі характеристики діагностування: а) при визначенні технічного стану об'єкту діагностування – перелік конструкційних та експлуатаційних параметрів об'єкту, що дозволяють визначити його технічний стан; б) при прогнозуванні технічного стану об'єкту діагностування – перелік конструкційних та експлуатаційних параметрів об'єкту, що дозволяють прогнозувати його технічний стан.

**Розділ «Вимоги до діагностичного забезпечення об'єкту»** регламентує вимоги до діагностичного забезпечення, параметрів, методів, засобів та правил діагностування конструкцій.

Діагностичне забезпечення об'єкту повинно містити: а) перелік діагностичних параметрів та їх характеристик; б) методи діагностування; в) засоби технічного діагностування; г) правила діагностування.

Перелік діагностичних параметрів повинен задовольняти вимогам повноти, інформативності та доступності вимірювання при найменших витратах часу і вартості реалізації.

Методи діагностування повинні визначатися виходячи з встановлених завдань і повинні містити: а) діагностичну модель об'єкту; б) алгоритм діагностування та програмне забезпечення; в) правила вимірювання діагностичних параметрів; г) правила аналізу та обробки діагностичної інформації і прийняття рішення.

Засоби технічного діагностування (ЗТД) повинні забезпечувати визначення (вимірювання) або контроль діагностичних параметрів у режимах роботи об'єкту, зазначених в експлуатаційних документах.

Правила діагностування повинні містити: а) послідовність виконання операцій діагностування; б) технічні вимоги щодо виконання операцій діагностування; в) вказівки щодо ЗТД, що застосовуються, і вимоги до їх метрологічного забезпечення; г) вказівки щодо режиму роботи об'єкту при діагностуванні; д) вказівки щодо реєстрації і обробки результатів діагностування та надання технічного висновку відповідно до завдань, що вирішуються; ж) вимоги безпеки процесів діагностування та інші вимоги відповідно до специфіки експлуатації об'єкту. Форми реєстрації та збері-

**Таблиця 1. Показники достовірності і точності діагностування**

Завдання діагностування	Результат діагностування	Показники достовірності і точності
Визначення місць у матеріалі конструкції, що можуть являти загрозу для функціонування об'єктів діагностування	Координати небезпечних місць у матеріалі	Середньоквадратична похибка визначення координат місць імовірної небезпеки
Прогнозування технічного стану	Числове значення прогнозу параметру (параметрів) технічного стану на період часу, що задається, у тому числі (за необхідності) і на даний момент часу	Задана вірогідність прогнозу Розрахункова похибка прогнозу Середньоквадратичне відхилення прогнозованого параметру (параметрів) після виконання прогнозу
	Числове значення прогнозованого залишкового ресурсу (безпечного напрацювання) на період часу, що задається, в тому числі (при необхідності) і на даний момент часу	Задана вірогідність прогнозу Розрахункова похибка прогнозу Середньоквадратичне відхилення прогнозованого залишкового ресурсу Вірогідність прогнозованого часу безвідомної роботи, показники зміни прогнозованого діагностичного параметра (параметрів)
	Нижня межа ймовірності безвідомної роботи за заданими параметрами безпеки на встановлений період часу	Довірча ймовірність

гання діагностичної інформації встановлюються в галузевих нормативно-технічних документах.

Таким чином, розроблений стандарт регламентує не саму процедуру діагностики, не засоби та методи діагностування, а вимоги до їх використання, які забезпечують отримання достовірних діагностичних показників. Дотримання вимог стандарту при створенні конкретних методів і засобів діагностування та їх використанні забезпечує вищу надійність оцінки стану конструкцій, що діагностуються, оскільки забезпечується отримання конкретних кількісних показників діагностування.

**Застосування положень ДСТУ 9118:2022 при АЕ моніторингу.** Дані з табл. 1 доводять, що системи акустико-емісійного (АЕ) моніторингу при необхідному рівні автоматизації отриманих результатів забезпечують виконання запропонованого стандарту. АЕ виникає в матеріалах при критичному поєднанні деяких факторів впливу, що призводить до появи або розвитку дефектів. Особливістю методу є можливість контролювати стан матеріалу на великих відстанях від місць розміщення датчиків, виконувати малою кількістю датчиків контроль великих промислових об'єктів, у тому числі складної геометрії та на ділянках, доступ до яких ускладнений (підземних, покритих ізоляцією). Автоматизація дозволяє в режимі реального часу відстежувати координати небезпечних ділянок, формуючи кластери певного рівня небезпеки з заданою вірогідністю, прогнозувати руйнівне навантаження та залишковий ресурс.

Розглянемо, як можна застосувати і як отримати результати з використанням методу АЕ при безперервному контролі високотемпературних вузлів теплових станцій. На рис. 1 показано загальну схему трьох ліній гарячого промперегріву київської ТЕЦ-6. Дані акустичної емісії отримано при першому контролі. Квадратами вказано місця, у яких раніше підприємство проводило плановий неруйнівний контроль і дефекти виявлено не було. Еліпсами та колами показано ділянки підвищеної акустичної активності, для яких системою моніторингу згенеровано попередження 1-го та 2-го рівня відповідно до табл. 2.

Найбільш інтенсивна зафарбованість еліпсів нитки 3 вказує на вищий ступінь небезпеки (попередження 2-го рівня).

Випробування матеріалів із застосуванням методу АЕ показало, що виникнення та злиття порожнин у процесі руйнування матеріалу при високих температурах відбувається так само дискретно, як і при нормальних. Отже, методика АЕ контролю може бути використана і при оцінці стану матеріалів, що працюють при високих температурах. Контроль (як безперервний, так і періодичний) виконується, зокрема, на робочих режимах трубопроводу при тиску пари в трубі, що дорівнює 22 ат, температура пари 542 °С. У процесі випробувань системою моніторингу автоматично визначалися місця підвищеної небезпеки та виконувался прогноз руйнівного навантаження. Розрахунок залишкового ресурсу виконується згідно з [1–5].

Таким чином, пункти 1 і 2 табл. 1 виконуються, а точність розрахунків базується на встановленні довірчого інтервалу і похибки прогнозу  $\pm 15\%$  при вірогідності 95 %. Відзначимо, що точність вказаних показників підтверджена випробуваннями великої кількості зразків та декількох конструкцій, доведених до руйнування.

Відповідно до технічних вимог і представлених у технічному завданні схем виконано монтаж системи безперервного моніторингу, її підключення до енергопостачання та комп'ютерної мережі підприємства. Виконано необхідні підготовчі заходи для запуску в експлуатацію – підключення апаратного і керуючого блоків у загальну мережу контролю.

Основними завданнями при проходженні системою безперервного моніторингу періоду дослідної експлуатації є встановлення оптимальних параметрів налаштування, режимів експлуатації системи, особливостей, пов'язаних з роботою системи на даному об'єкті, а також усунення виявлених несправностей. Контроль у період дослідної експлуатації є періодично-безперервним. Це означає, що система періодично повинна запускатися в режимі безперервного моніторингу та періодично повинні проводитися разові випробування об'єктів контролю. Контроль у режимі штатної експлуатації є постійно безперервним. Сформовано

**Таблиця 2. Критичні значення АЕ активності протягом нормованого часу контролю**

Номер з/п	Кількість подій АЕ в одному кластері	Характер джерела АЕ	Стан контрольованої області	Дії оператора
1	<3	–	Розвитку дефектів не виявлено	Продовжити експлуатацію
2	3...10	Малоактивне джерело	Дефект розвивається не активно	Звернути увагу. Продовжити експлуатацію
3	10...100	Активне джерело	Прискорений розвиток дефекту	Підвищена увага. Знизити рівень навантаження
4	>100	Критично активне джерело	Дефект розвивається критично швидко	Небезпека. Знизити рівень навантаження до мінімуму

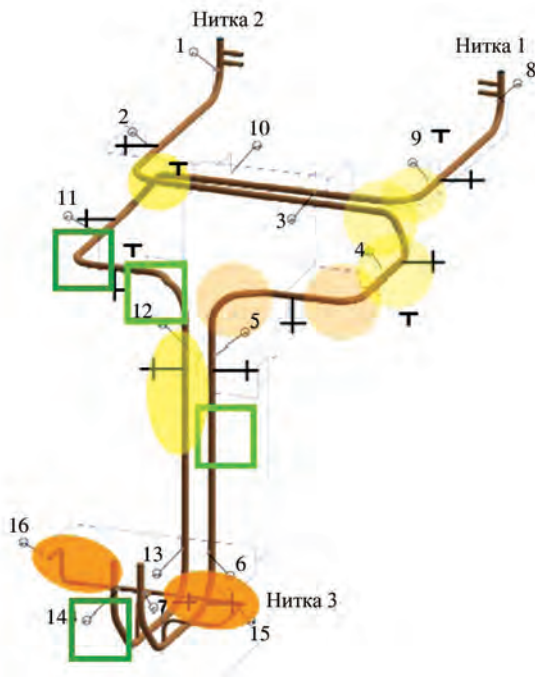


Рис. 1. Схема трубопроводу гарячого промперегріву з місцями підвищеної АЕ активності. Цифрами вказано номери АЕ датчиків, хрестиками – технологічні позначки

три акустичні антени, у які входять наступні датчики (номера каналів за схемою підключення до АЕ приладу): антена 1: номери з 1 по 7; антена 2: номери з 8 по 14; антена 3: номери 15 і 16.

З огляду на конфігурацію розташування датчиків, для всіх трьох антен обрано лінійний режим локації. Для інформації, що надходить, ідентифікованої як події АЕ, передбачено кластерний аналіз, що дозволяє об'єднувати події за координатним та низкою інших ознак. Застосування такого підходу для реальних конструкцій, особливо при складній геометрії об'єктів і в умовах наявності перешкод, є дуже ефективним. При наявності істотного розкиду в певних координатах події з високою ймовірністю належать до того ж процесу в матеріалі, об'єднання їх у кластер дозволяє найточніше вказати місце виникнення їх джерела. Особливо це важливо для тих ділянок трубопроводу, доступ до яких з технічних причин неможливий.

З огляду на дані первинних випробувань та високий рівень шумів самого об'єкта контролю, встановлено, що оптимальними настройками порогів амплітуди є плаваючі, тобто поріг автоматично змінюється слідом за загальним рівнем шуму, зафіксованим конкретним датчиком. Оптимальний плаваючий поріг повинен незначно перевищувати поточний рівень шуму на датчику. Корекція величини порога відбувається кожні 30 с. При таких налаштуваннях було забезпечено необхідну чутливість вимірювань, але потік інформації з урахуванням значних шумів надходив занадто високий. Тому постало питання додаткової фільтра-

ції даних, яке було вирішено на основі додаткових тестів на об'єкті та аналізу даних випробувань зразків з матеріалів-аналогів в умовах високих температур [1–5]. Зокрема розглянуто ефективність фільтрації за такими параметрами сигналів АЕ, як амплітуда та час наростання («Rise Time»).

Результатами фільтрації є:

1. Застосування фільтрації за амплітудою призводить до зниження кількості подій АЕ, які потрапляють у сформовані кластери. Відповідно рівні попереджень знижуються.

2. При застосуванні фільтрації за амплітудою відбраковують частину подій АЕ, що відповідають істинним джерелам АЕ в матеріалі трубопроводів.

3. При підйомі нижньої межі фільтра за амплітудою вище за 60...65 дБ події АЕ відбраковуються майже повністю, при установці її нижче за 55 дБ фільтр не є ефективним.

4. У налаштуваннях моніторингу ефективно може бути використаний фільтр за параметром «Rise Time».

5. Фільтрація за цим параметром призводить до зниження рівня попереджень. При цьому активні джерела АЕ формують кластери та можуть бути чітко виділені із загального шумового фону.

6. Аналогічним чином було проаналізовано можливість і ефективність фільтрації за тривалістю, частотою, швидкістю сигналів АЕ та обрано оптимальні смуги фільтрації, що забезпечують достатність інформації для пошуку небезпечних місць і генерування відповідних попереджень.

При цьому прогноз і попередження про небезпеку відбувається згідно з табл. 2. Розрахунок прогнозного руйнівного навантаження виконується автоматично. Розрахунок залишкового ресурсу виконується згідно з [1–5].

На рис. 2 наведено деякі стандартні елементи вікна програми, яка виконує моніторинг, після 1 год контролю трубопроводу в робочому стані при початкових стандартних налаштуваннях системи. Представлені на схемі стовпчики відображають місця концентрації АЕ подій в кожному контрольованому кластері. Цифри на прапорцях показують кількість АЕ подій в кластері, колір прапорців вказує на ступінь небезпеки процесу руйнування, що протікає у кластері. Над схемою кластерів у вікні прогнозування в спеціальній таблиці для трьох антен, контролюючих всю систему трубопроводів, наведено кольором небезпеку ситуації на певній ділянці трубопроводу в даний момент часу, зокрема прогноз руйнування та (опційно) поточна пошкодженість.

У нижній частині екранів наведено миттєві значення безперервної емісії, що реєструється кожним контролюючим АЕ датчиком. Інтенсивність емісії ранжовано висотою стовпчика і кольором.

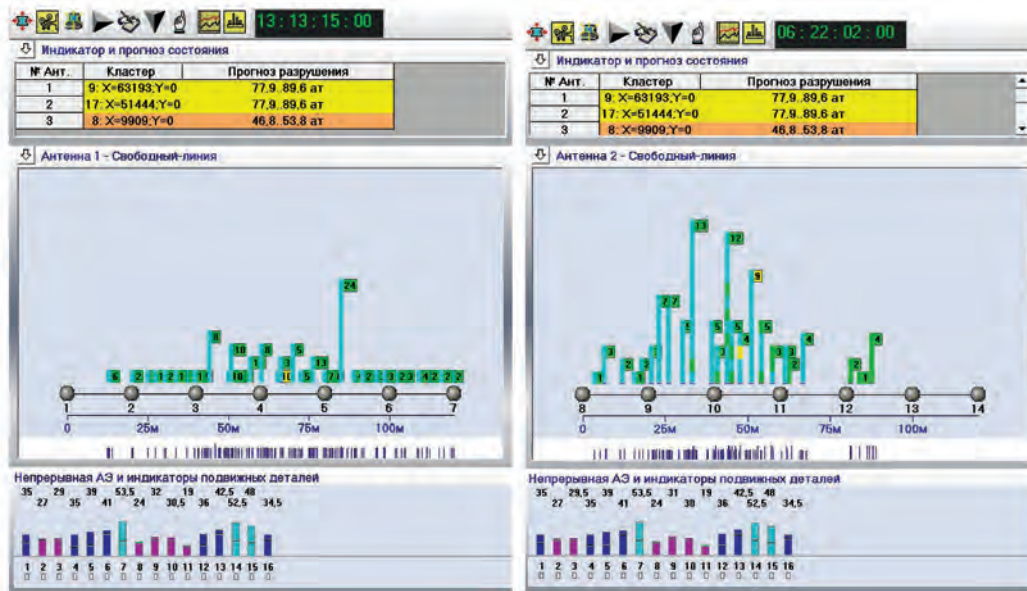


Рис. 2. Стан АЕ активності двох ниток трубопроводу в робочому стані через 13 год 13 хв (антенна 1) і 6 год 22 хв (антенна 2) з моменту початку контролю. Зверху в таблиці наведено величини прогнозованого граничного навантаження

Показано координати найнебезпечніших ділянок на всьому трубопроводі загальною довжиною 240 м (з антен 1, 2) і прогнозований руйнівний тиск у цих місцях трубопроводу. Антенна 3 контролює ділянку трубопроводу зі сталі 12Х1МФ завдовжки 20 м діаметром 377 мм з товщиною стінки 17 мм.

Отримані результати є важливими з-за наявності АЕ даних і принципової можливості забезпечити індикацію небезпеки, прогноз руйнування, щоб потім на цій основі виконати автоматичну корекцію налаштувань системи таким чином, щоб результати відповідали фізичному стану контролюваного матеріалу.

Для наочності всієї картини акустичної активності на трубопроводі гарячого промперегріву

(ГПП) розроблено спеціальний інтерфейс, який показує сформовані кластери на всіх нитках трубопроводу, поточний рівень небезпеки, прогноз руйнівного навантаження для кожної з ниток (рис. 3). Тут кластери показано колами, а їх колір відповідає ступеню небезпеки на вказаній ними ділянці відповідно до табл. 2.

Автоматичний розрахунок поточної пошкодженості матеріалу забезпечує можливість визначення його ресурсу. Для цього потрібно знати лише власне пошкодженість і строк експлуатації об'єкта контролю. Таким чином, автоматизований безперервний моніторинг забезпечує виконання запропонованого стандарту. Подібним чином можуть бути застосовані й інші методи технічної діагностики.

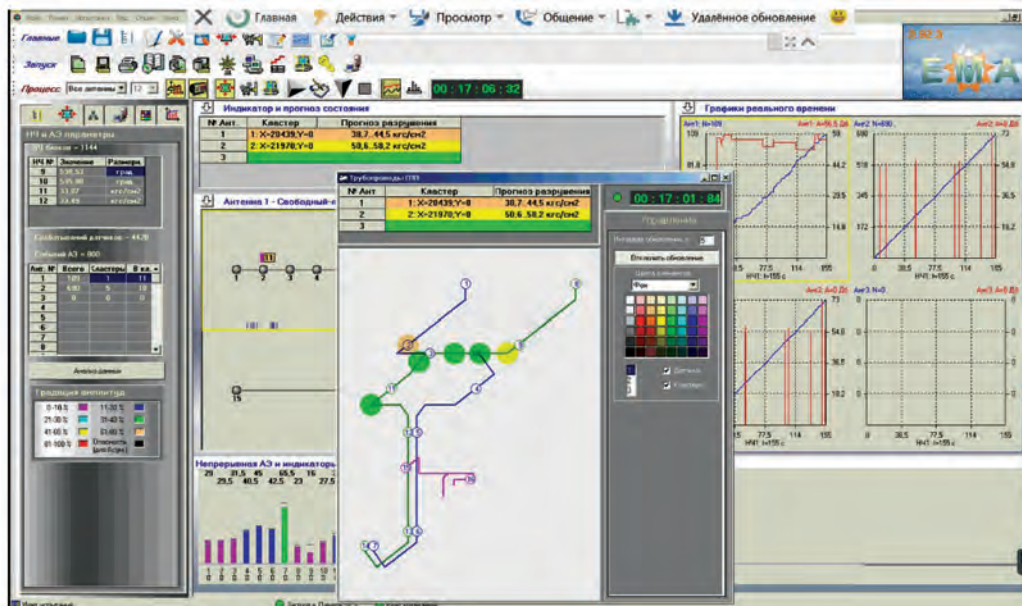


Рис. 3. Вікно спеціалізованого інтерфейсу для відображення стану труб ГПП, показане поверх основного вікна програми моніторингу. Попередження та прогноз руйнування сформовано для антен 1 і 2

**Висновки**

Створено принципово новий стандарт, що регламентує основні завдання та вимоги до процедури технічної діагностики конструкцій, виходячи з сучасного рівня та перспектив розвитку засобів і методів діагностування.

Результати діагностування повинні містити кількісні показники стану конструкції, що діагностується, отримані з заданою точністю та ймовірністю.

Запропонований стандарт може бути достатньо ефективно використаний при доробці конкретних існуючих та розробці нових нормативних документів і методів діагностування стану матеріалів конструкцій.

Використання методу АЕ у режимі безперервного моніторингу забезпечує виконання положень запропонованого стандарту.

**Список літератури**

1. DSTU 9118:2022 *Технічна діагностика. Діагностування технічного стану матеріалів конструкцій. Загальні вимоги.*
2. Лобанов Л.М., Недосека А.Я., Недосека С.А. та ін. (2022) Проблеми технічної діагностики та підходи до їх вирі-

шення. *Технічна діагностика та неруйнівний контроль*, 2, 3–10. DOI:https://doi.org/10.37434/tdnk2022.02.01.

3. Назарчук З.Т., Скальський В.Р. (2009) *Акустико-емісійне діагностування елементів конструкцій. Науково-Технічний посібник. У 3-х томах.* Київ, Наукова думка.
4. Недосека А.Я., Недосека С.А. (2020) *Основы расчета и диагностики сварных конструкций: Учебное пособие. 5-е изд., перераб. и доп.* Патон Б.Е. (ред.). Киев, Индпром.
5. *Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов. Технические условия.* ТУ 14-3-460:2009/ТУ 27.2-05757883-207:2009.

**References**

1. DSTU 9118:2022. *Technical diagnostics. Diagnostics of technical state of materials of structures. General requirements* [in Ukrainian].
2. Lobanov, L.M., Nedoseka, A.Ya., Nedoseka, S.A. et al. (2022) Problems of technical diagnostics and approaches to their solution. *Tekh. Diahnost. ta Neruiniv. Kontrol.*, 2, 3–10 [in Ukrainian]. DOI:https://doi.org/10.37434/tdnk2022.02.01.
3. Nazarchuk, Z.T., Skalskyi, V.R. (2009) *Acoustic emission diagnostics of elements of structures.* Sci.-Tech. Manual. In: 3 Vol. Kyiv, Naukova Dumka [in Ukrainian].
4. Nedoseka, A.Ya., Nedoseka, S.A. (2020) *Principles of design and diagnostics of welded structures.* In: Manual, 5<sup>th</sup> Ed., Ed. by B.E. Paton. Kyiv, Indprom [in Russian].
5. TU 14-3-460:2009/TU 27.2-05757883-207:2009. *Seamless steel pipes for steam boilers and pipelines. Specifications* [in Russian].

**A NEW STANDARD OF TECHNICAL DIAGNOSTIC INDICES AND ITS APPLICATION AT AE MONITORING**

L.M. Lobanov<sup>1</sup>, A.Ya. Nedoseka<sup>1</sup>, S.A. Nedoseka<sup>1</sup>, M.A. Yaremenko<sup>1</sup>, M.A. Ovsienko<sup>1</sup>, Z.T. Nazarchuk<sup>2</sup>, V.R. Skalskyi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU. 11 Kazymir Malevych str., 03150, Kyiv, Ukraine. E-mail: st\_private@hotmail.com

<sup>2</sup>G.V. Karpenko Physico-Mechanical Institute of NASU. 5 Naukova str., 79060, Lviv, Ukraine. E-mail: pminasu@ipm.lviv.ua

The paper deals with the main provisions of the new standard DSTU 9118:2022 «Technical diagnostics. Diagnosing the technical condition of structure materials. General requirements». The standard covers industrial facilities: pipelines, pipeline systems, and technological equipment (boilers, containers, tanks, etc.) of power, oil processing, petrochemical and chemical productions, lifting equipment and facilities and other high-risk welded structures. The standard defines the main provisions on technical diagnostics, its indices and characteristics, and requirements to diagnostic support of the facility. The standard is designed for personnel, specialists, and executives, involved in assessment of the technical conditions of the facilities. Application of AE method in the mode of continuous monitoring to ensure fulfillment of the Standard provisions is considered. 5 Ref., 2 Tabl., 3 Fig.

*Keywords: standard, diagnostics, structures, equipment, facilities*

Надійшла до редакції 12.12.2022

# XXI МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ-2023

## МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ

МЕТАЛОБРОБКА
 УКРВАРЮВАННЯ
 ГІДРАВЛІКА ПНЕВМАТИКА
 ПІДШИЙНИКИ
 УКРБОРТЕК
 УКРИТВО
 АВТОМАТИЗАЦІЯ І РОБОТОТЕХНІКА
 ЗВ'ЯЗКИ, СТАНДАРТИ І ЕТАЛОНИ, ПРИЛАДИ
 ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ СКЛАДСЬКЕ ОБЛАДНАННЯ
 БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА





30 – 01

ТРАВНЯ ЧЕРВНЯ

Генеральний інформаційний партнер:  


---



**МІЖНАРОДНИЙ ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР**

м. Київ, Броварський пр-т, 15  
станція метро «Лівобережна»

☎ +38 (095) 268-05-87, (84)

✉ is@iec-expo.com.ua,  
helen@iec-expo.com.ua

🌐 www.iec-expo.com.ua