

## ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ХРОМАТОГРАФІЧНОГО АНАЛІЗУ РОЗЧИНЕНИХ У МАСЛІ ГАЗІВ В ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ "СИРЕНА"

Шутенко О. В., Баклай Д. М.

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Наведено опис функціональних можливостей ІАС "СИРЕНА" при інтерпретації результатів хроматографічного аналізу розчинених у маслі газів, для діагностики стану високовольтного маслонаповненого обладнання.

**Постановка проблеми.** Одним зі шляхів підвищення вірогідності поставленого діагнозу, при оцінці стану високовольтного енергетичного устаткування за результатами хроматографічного аналізу розчинених у маслі газів (ХАРГ), є розробка й практичне використання більш досконалих методів інтерпретації. Як правило, такі методи, використовують досить складний математичний апарат, що унеможливає їхнє використання без застосування обчислювальної техніки. Враховуючи великий обсяг вимірювальної інформації, широкую номенклатуру експлуатованого устаткування, а також необхідність обліку режимів роботи устаткування – практичну реалізацію продуктів слід виконувати у вигляді експертних систем, що дозволяють не тільки зберігати знання, але й одержувати нові на основі накопиченого досвіду. Розробка таких систем є актуальною й практично значимою задачею.

**Аналіз публікацій.** У цей час на кафедрі "Передача електричної енергії" НТУ "ХПІ" виконується розробка інформаційно-аналітичної системи "СИРЕНА", для діагностики стану високовольтного електроенергетичного устаткування. Принципи побудови ІАС "СИРЕНА" викладені в [1]. У роботах [2-4] наведені загальні функціональні характеристики й можливості ІАС "СИРЕНА". Однак, розширений аналіз можливостей ІАС "СИРЕНА", для виконання окремих діагностичних досліджень, раніше не розглядався.

**Мета статті.** У статті викладені функціональні можливості ІАС "СИРЕНА" при діагностиці стану високовольтного маслонаповненого устаткування за результатами аналізу розчинених у маслі газів.

**Інтерпретація результатів ХАРГ в ІАС "СИРЕНА".** Для розпізнавання стану високовольтного маслонаповненого устаткування, за результатами ХАРГ, ІАС "СИРЕНА" використовує як критерії, регламентовані діючим в Україні нормативним документом [5], так і критерії, використовувані у відомих закордонних методиках [6, 7], а також алгоритми й процедури, розроблені авторами.

В ІАС "СИРЕНА" повністю реалізований алгоритм інтерпретації результатів ХАРГ, регламентований у СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006, який включає використання наступних критеріїв:

- граничні значення концентрацій розчинених у маслі газів;
- відносини пар газів;
- швидкості наростання газів.

У якості граничних концентрацій використовуються значення газів які рекомендовано в [5].

Очевидною перевагою ІАС "СИРЕНА", перед існуючими аналогами, є можливість визначення типових і граничних значень концентрацій газів, за результатами ХАРГ отриманими в результаті випробувань.

Типові концентрації газів, тобто максимальні концентрації, які можуть бути виявлено в 90 – 95% устаткування, що не має ознак дефекту. Згідно [5-7] вони визначаються як 90-95% значення на інтегральній функції розподілу, яка отримана для 100 і більш одиниць однотипного, бездефектного устаткування (рис. 1).

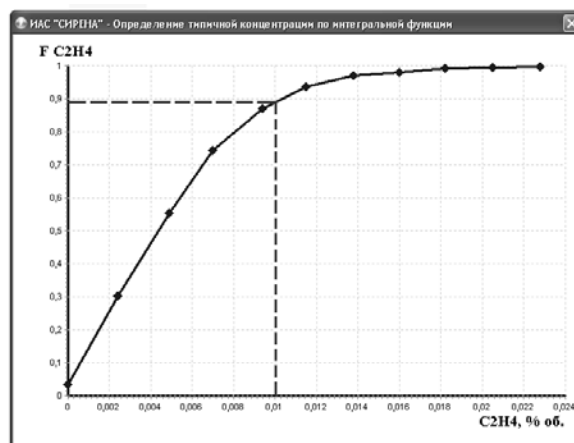


Рисунок 1 – Визначення типової концентрації етилену в ІАС "СИРЕНА" по інтегральній функції розподілу

У випадку якщо в енергокомпанії відсутні більш 100 одиниць однотипного устаткування як передбачають [5-7], тоді ІАС "СИРЕНА" дозволяє одержати типові концентрації газів для експлуатаційних трансформаторів за рахунок вбудованих у програму еталонних однорідних вибірок по кожному з газів.

Граничні концентрації розчинених у маслі газів дозволяють розділити дефектний і бездефектний стан устаткування. Як правило, вони розраховуються на основі аналізу законів розподілу розчинених у маслі газів для бездефектного й дефектного стану устаткування. ІАС "СИРЕНА" дозволяє виконувати оцінку законів розподілу випадкової величини за результатами випробувань. Для зниження неоднорідності вихідних даних передбачене використання двох етапної процедури для оцінки статистичної однорідності результатів випробувань. Далі по емпіричній вибірці визначаються параметри для 18 законів розподілу,

після чого виконується перевірка гіпотези про передбачуваний закон розподілу генеральної сукупності експериментальних значень, для чого використовуються критерій Пірсона й Колмогорова-Смирнова (рис. 2).



Рисунок 2 – Оцінка закону розподілу концентрацій етилену в ІАС "СИРЕНА"

У випадку відсутності в енергокомпанії достатнього обсягу результатів ХАРГ для дефектних трансформаторів, можна скористатися вбудованими в програму еталонними розподілами, які отримані по кожному з газів з урахуванням типу прогнозованого дефекту.

Граничні значення концентрацій газів розчинених у маслі високовольтного електроенергетичного устаткування, в ІАС "СИРЕНА", визначаються на основі методів статистичних рішень. При цьому користувач сам вибирає критерій згідно з яким і відбувається визначення граничних концентрацій. Такими критеріями є:

1. Критерій мінімуму помилкових рішень – значення граничних концентрацій газів, визначаються так, щоб мінімізувати загальне число помилкових рішень;
2. Критерій мінімуму середнього ризику – значення граничних концентрацій газів, визначаються так, щоб мінімізувати можливий збиток від прийняття помилкових рішень;
3. Мінімакний критерій – значення граничних концентрацій газів, визначаються так, щоб одержати мінімальне значення ризику серед його максимальних значень. Використовується для випадків, коли відсутні попередні статистичні відомості про ймовірність дефектного й бездефектного станів устаткування;
4. Критерій Неймана-Пірсона – значення граничних концентрацій газів, визначаються так, щоб мінімізувати значення ймовірності однієї з помилок (пропуск мети або фіктивна тривога) при заданому значенні іншої.

Принципово важливим є можливість користувача, при визначенні граничних значень, самостійно задавати ймовірності дефектного й бездефектного станів устаткування, вартості помилкових рішень, що дозволить урахувати як поточний стан устаткування, так і рівень кваліфікації персоналу енергокомпанії. Це в сукупності дозволить підвищити експлуатаційну на-

дійність устаткування й знизити можливий економічний збиток.

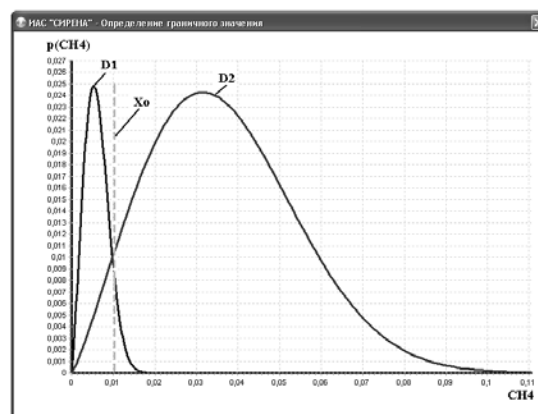


Рисунок 3 – Визначення граничної концентрації метану, у високовольтних негерметичних трансформаторах, методом середнього ризику в ІАС "СИРЕНА"

Критерій швидкостей наростання газів може бути використаний, по розсуду персоналу, як у випадку перевищення обмірюваних концентрацій газів граничних значень, так і незалежно від значень обмірюваних концентрацій. Особливістю ІАС "СИРЕНА" при використанні критерію швидкостей наростання газів, є можливість вибору методики для розрахунків швидкостей наростання згідно [5], або [6], а також можливість самостійного визначення типових і граничних значень швидкостей наростання.

Для виявлення дефектів, що розвиваються, в ІАС "СИРЕНА" використовуються й авторський метод, заснований на аналізі кореляційних зв'язків між тривалістю експлуатації й зміною концентрацій розчинених у маслі газів. Виконаний аналіз показав, що в дефектних трансформаторах негерметичного виконання, на діагностуємому проміжку часу, систематична складова значимо перевершує шумовий компонент.

Такої тенденції не спостерігається при природньому старінні масла. Виконані дослідження, показали, що залежності газів вуглеводневого ряду від часу експлуатації при відсутності дефекту й при відсутності впливу експлуатаційних факторів мають стохастичний, випадковий характер, тобто переважною є шумовий компонент. Для перевірки значимості систематичної складової використовується значення коефіцієнта парної кореляції.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

де:  $x_i, y_i$  – поточні значення концентрацій газів;  
 $\bar{x}, \bar{y}$  – математичні очікування концентрацій розчинених у маслі газів на аналізованому проміжку часу;

$n$  – об'єм вибіркового значень.

При цьому визначаються [8, 9]:

1. Значення коефіцієнтів парної кореляції між концентраціями розчинених у маслі газів і тривалістю експлуатації (перевіряється гіпотеза про наявність значимого росту концентрацій хоча б одного з газів);

2. Значення коефіцієнта парної кореляції між газами в трансформаторі що діагностується (перевіряється гіпотеза про одночасний ріст концентрацій газів);

3. Значення коефіцієнта парної кореляції між однойменними газами у трансформаторі що діагностується й сусідніх трансформаторів (перевіряється гіпотеза про наявність або відсутність експлуатаційних впливів).

Для систематизації отриманих результатів аналізуються три змінні:

$K_1$  - характеризує наявність значимої позитивної кореляції між газами й часом експлуатації на діагностованому проміжку й має дві можливі реалізації  $K_1=0$  (відсутність або не значимий ріст концентрації газів у часі) і  $K_1=1$  (є значимий ріст).

$K_2$  - характеризує наявність значимої позитивної кореляції між газами в досліджуваному трансформаторі на діагностованому проміжку, прийmemo  $K_2=0$  при відсутності значимої кореляції між газами вуглеводневому ряду й  $K_2=1$  при її наявності.

$K_3$  - характеризує наявність значимої кореляції між однойменними газами сусідніх трансформаторів на підстанції,  $K_3=0$  при відсутності значимої кореляції й  $K_3=1$  при її наявності.

Вирішальне правило для виявлення дефектів, що розвиваються, при різних значеннях  $K_1$ ,  $K_2$  і  $K_3$  можна представити у вигляді табл. 1.

Таблиця 1 – Вирішальне правило для виявлення дефектів, що розвиваються

Ключі			Стан
$K_1$	$K_2$	$K_3$	
0	0	0	Найімовірніше дефект відсутній
0	0	1	Найімовірніше дефект відсутній, картини газів ідентичні для всіх трансформаторів підстанції.
0	1	0	Ріст концентрації газів без розвитку в часі, зовнішні впливи.
0	1	1	Ріст концентрації газів без розвитку в часі, картини газів ідентичні для всіх трансформаторів підстанції, зовнішні впливи.
1	0	0	Ріст концентрації окремих газів, необхідні додаткові аналізи.
1	0	1	Ріст концентрації окремих газів, картини газів ідентичні для всіх трансформаторів підстанції, зовнішні впливи.
1	1	0	Наявність дефекту
1	1	1	Найімовірніше інтенсивні зовнішні впливи, необхідні додаткові аналізи.

Для підвищення достовірності прийняття рішень практична реалізація методу здійснена за допомогою процедури нечіткої логіки [10]. Унікальною особливістю ІАС "Сирена" є можливість розпізнавання причин росту газовиділення в устаткуванні [11]. Для цього аналізуються кореляційні залежності не тільки між концентраціями газів в устаткуванні на підстанції й сусідніми підстанціями, але й між газами, розчиненими в різних вузлах даного устаткування. Наявність значимого кореляційного зв'язку між газами, розчиненими в різному устаткуванні або різних вузлах, свідчить про зовнішні джерела газовиділення й дозволяє розпізнати або локалізувати причину росту концентрацій газів. На рисунках 4-5, як приклад наведені залежності концентрацій газів вуглеводневого ряду для трансформаторів ПС "Шахта 21" Луганськoblenerго (рис. 4) і ПС "Диканька" Т-2 Полтаваoblenerго (рис. 5) від тривалості експлуатації.

Як видно з рисунків, незважаючи на те, що значення концентрації газів відрізняються (у випадку рис. 4, на порядок) динаміка їх зміни збігається. До цього ж виводу можна прийти проаналізувавши значення коефіцієнтів парної кореляції між газами, які наведені в табл. 2 і 3.

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів парної кореляції між газами розчиненими в маслі трансформаторів Т-1 і Т-2 ПС «Шахта 21» Луганськoblenerго  $N_i=10$ ,  $\rho_{\text{крит. 8, 0,95}} = 0,632$

CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	H <sub>2</sub>
<b>0,899</b>	0,569	0,565	<b>0,633</b>	<b>0,891</b>	<b>0,636</b>	<b>0,869</b>

Таблиця 3 – Значення коефіцієнтів кореляції між однойменними газами в баку трансформатора Т-2 і баку РПН трансформатора Т-2 ПС «Диканька»,  $N=6$ ,  $\rho_{\text{крит. 4, 0,95}} = 0,811$

H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
0,467	0,591	<b>0,943</b>	<b>0,809</b>	<b>0,852</b>	<b>0,924</b>	<b>0,835</b>

Наявність значимої позитивної кореляції між газами дозволило зробити висновки:

1) про зовнішні причини росту газів у трансформаторі "Шахта -21" Т-2 (причиною росту концентрацій виявилось порушення контактних з'єднань на низькій стороні трансформатора Т-2, фаза А).

2) локалізувати дефектний вузол трансформатора Т-2 ПС "Диканька" (пристрій РПН).

Наведені приклади наочно продемонстрували, що аналіз кореляційних зв'язків між розчиненими в маслі газами із сусідніх трансформаторів, є додатковим і важливим джерелом діагностичної інформації, яке дозволяє визначити причину (зовнішню або внутрішню) росту концентрацій розчинених у маслі газів, не прибігаючи до виводу трансформатора з експлуатації.

Для розпізнавання типу прогнозованого дефекту в ІАС "СИРЕНА" передбачено використовувати як відносини пар газів, так і графічні образи дефектів.

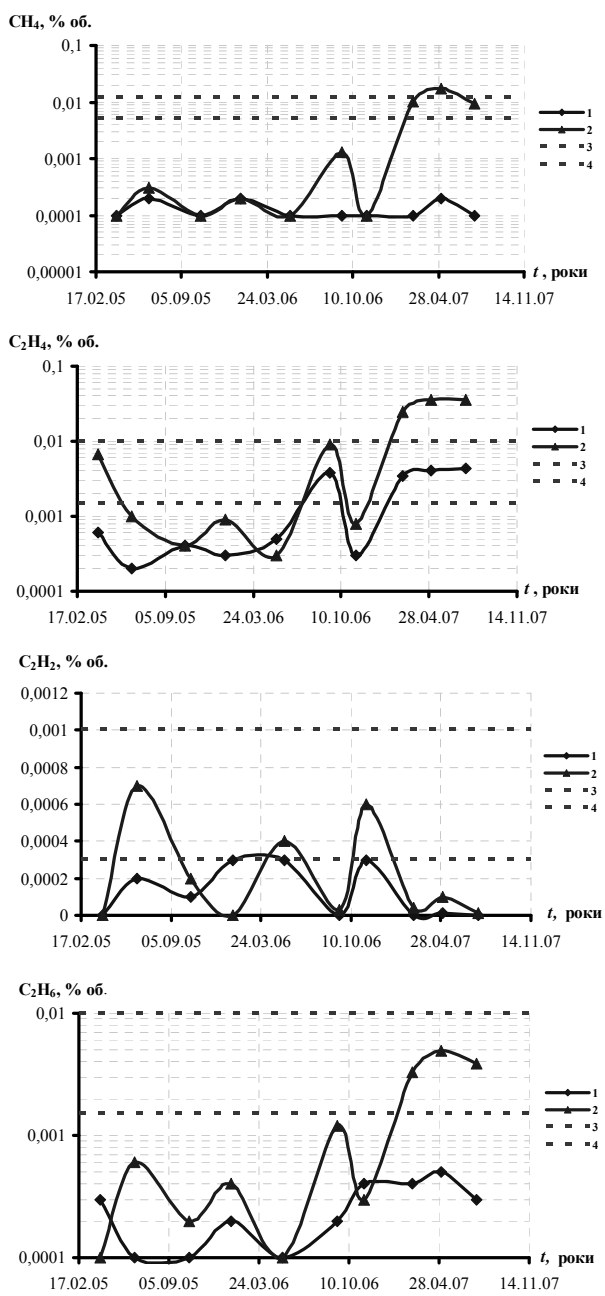


Рисунок 4 – Динаміка змін концентрацій газів вуглеводневого ряду розчинених в маслі трансформаторів ПС "Шахта 21" Луганськoblенерго в часі  
 1 – трансформатор ПС "Шахта 21" Т-1;  
 2 – трансформатор ПС "Шахта 21" Т-2;  
 3, 4 – граничні концентрації газів згідно СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006

При використанні відносин пара газів в ІАС "СИРЕНА" передбачене розпізнавання типів дефектів за допомогою наступних методик:

1. СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006 – відношення  $CH_4/H_2$ ,  $C_2H_2/C_2H_4$ ,  $C_2H_4/C_2H_6$ ,  $CO_2/CO$ ,  $C_2H_2/H_2$  та  $O_2/N_2$ ;
2. РД 153-34.0-46.302-00 – відношення  $CH_4/H_2$ ,  $C_2H_2/C_2H_4$ ,  $C_2H_4/C_2H_6$ ,  $CO_2/CO$ ;
3. Дорненбурга – відношення  $CH_4/H_2$ ,  $C_2H_2/C_2H_4$ ,  $C_2H_6/C_2H_2$  та  $C_2H_2/CH_4$ ;
4. Роджерса – відношення  $CH_4/H_2$ ,  $C_2H_2/C_2H_4$ ,  $C_2H_4/C_2H_6$  і  $C_2H_6/CH_4$ ;
5. Мюллера – відношення  $CH_4/H_2$ ,  $C_2H_2/C_2H_4$  та  $C_2H_2/CH_4$  та  $C_2H_6/C_2H_2$ ;

6. Шлізінгера – відношення  $C_2H_2/H_2$ ,  $C_2H_2/C_2H_6$ ,  $H_2/C_2H_6$ ,  $C_2H_4/C_2H_6$ ,  $CO_2/CO$ ;  
 7. Авторська методика – використовуються наведені вище відношення, а також відношення  $C_2H_4/C_xH_y$ , відмінністю є те, що для кожного типу дефекту границі станів і відношення підбираються за критерієм мінімального ризику.

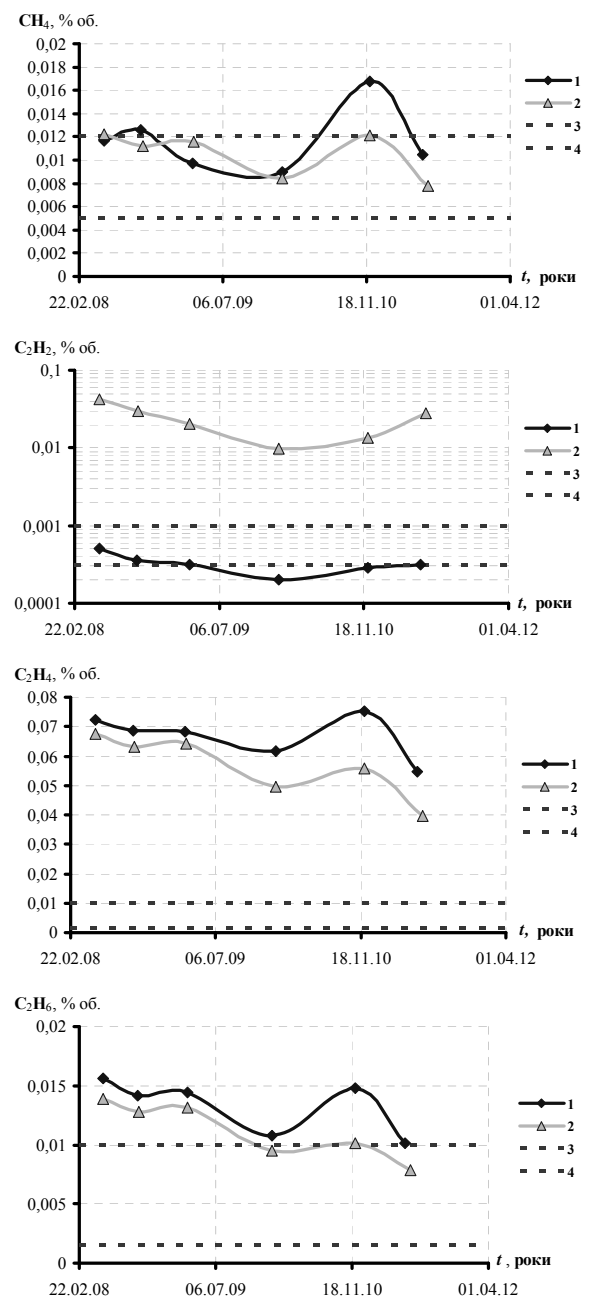
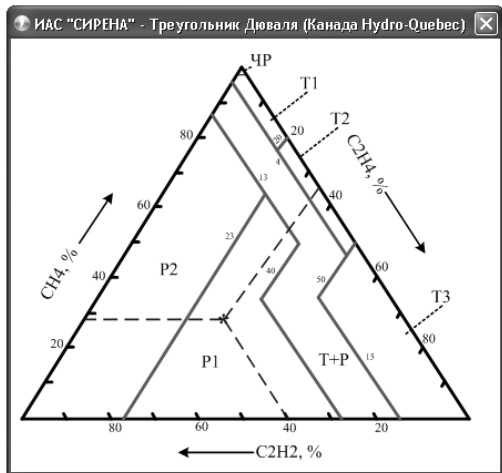


Рисунок 5 – Динаміка змін концентрацій газів вуглеводневого ряду розчинених в маслі баку трансформатора Т-2 та пристрою РПН ПС "Диканька" Полтаваoblенерго в часі  
 1 – бак трансформатора ПС "Диканька" Т-2;  
 2 – бак РПН трансформатора ПС "Диканька" Т-2;  
 3, 4 – граничні концентрації газів згідно СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006

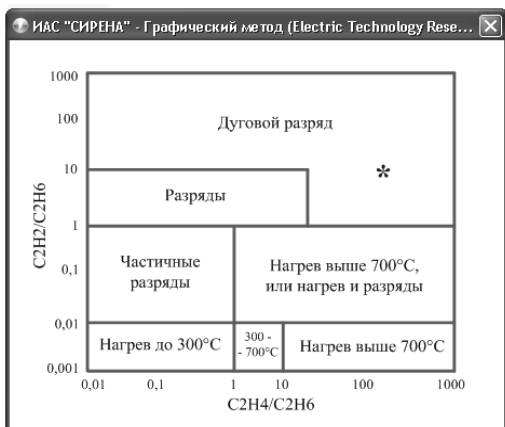
За замовчуванням, пріоритетом при розпізнаванні користується національна методика, інші використовуються для перевірки або уточнення типу дефекту.

При цьому користувач має можливість застосовувати кожен з даних методик.

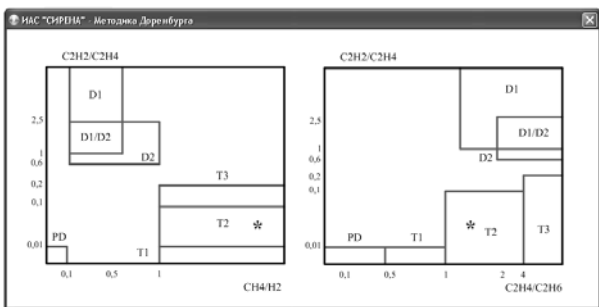
Крім відношень пар газів, для розпізнавання типу дефектів ІАС "СИРЕНА" широко використовує графічні методи, такі як: трикутник Дюваля (рис. 6 а), графічний метод компанії Electric Technology Research Association (рис. 6 б), графічний метод Дорненбурга (рис. 6 в)



а



б



в

Рисунок 6 – Розпізнавання типу прогнозованого дефекту графічними методами в ІАС "СИРЕНА"  
а – трикутник Дюваля; б – графічний метод компанії Electric Technology Research Association;  
в – графічний метод Дорненбурга

Для розпізнавання типу дефекту в ІАС "СИРЕНА" також широко використовуються граничні образи дефектів (рис. 7).

Крім еталонних образів дефектів, рекомендованих у СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006 в ІАС "СИРЕНА" вбудовані образи дефектів, отримані авторами, а також образи характерні для бездефектного стану трансформаторів.

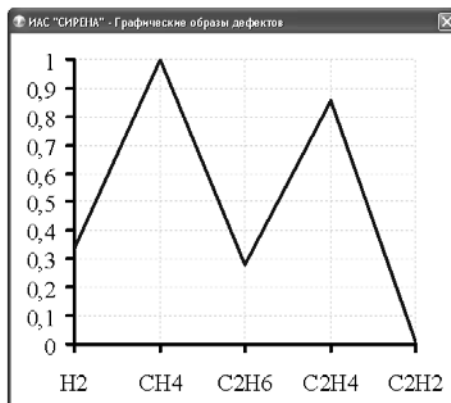


Рисунок 7- Графічний образ дефекту в ІАС "СИРЕНА"

Розпізнавання типу дефекту з використанням графічних методів і образів дефектів виконується в автоматичному режимі. Для постановки діагнозу використовуються метричні методи розпізнавання, зокрема метод мінімальної відстані до еталона.

При розпізнаванні графічних образів, результати хроматографічного аналізу, а також еталонні образи дефектів представляються у вигляді набору значень з координатами  $H_2/A_{max}$ ,  $CH_4/A_{max}$ ,  $C_2H_6/A_{max}$ ,  $C_2H_4/A_{max}$ ,  $C_2H_2/A_{max}$  (у знаменнику знаходиться газ із максимальною абсолютною концентрацією). У якості, заходу відстані використовується величина:

$$l = \sqrt{\left| H_2 - \frac{H_2}{A_{max}} \right|^v + \left| CH_4 - \frac{CH_4}{A_{max}} \right|^v + \left| C_2H_6 - \frac{C_2H_6}{A_{max}} \right|^v + \left| C_2H_4 - \frac{C_2H_4}{A_{max}} \right|^v + \left| C_2H_2 - \frac{C_2H_2}{A_{max}} \right|^v} \quad (2)$$

де:  $A_{max}$  – газ із максимальною концентрацією для експлуатаційного образу дефекту; \* – концентрації газів для еталонних образів;  $v$  – міра відстані.

При розпізнаванні типу дефекту за допомогою графічних методів, визначаються діагностичні відстані від значення, що має координати, отримані за результатами вимірів, до центру й границь областей діагнозів. Рішення про тип дефекту ухвалюється з умови: якщо  $L_i = \min$ , то  $x \in D_i$ .

Ще однією особливістю ІАС "СИРЕНА" є можливість аналізу динаміки зміни як відношень пар газів так і координат графічних образів. Що дозволяє виявляти дефекти на ранній стадії їх розвитку.

Виконаний аналіз 100 трансформаторів, у яких у процесі експлуатації були виявлені дефекти, продемонстрував високу ефективність ІАС "СИРЕНА". Представлений з її допомогою діагноз у всіх випадках, повністю збігся з результатами розтину трансформаторів.

**Висновок.** Використання в середовищі ІАС "СИРЕНА" критеріїв регламентованих вітчизняними нормативними документами, методик і критеріїв, регламентованих провідними закордонними енергокомпаніями, а також авторських методик для інтерпретації результатів ХАРГ дозволяє значно підвищити достовірність ухвалення рішення в процесі діагностики стану високовольтного електроенергетичного устаткування. Описані функції, інтегровані в єдину інформаційно-аналітичну систему, використання реляційних баз даних та об'єктно-орієнтованого інтерфейсу значно спрощують роботу оперативного персоналу й розширюють можливості, при оцінці стану устаткування.

### Список використаних джерел

1. Шутенко О. В., Баклай Д. Н. Организация реляционных баз данных в информационно-аналитической системе "СИРЕНА", предназначенной для диагностики высоковольтного маслонаполненного оборудования / О. В. Шутенко, Д. Н. Баклай // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Енергетика: надійність і енергоефективність. – Харків: НТУ "ХПІ", 2011. – №41. – С. 15-22.

2. Шутенко О. В. Информационно-аналитическая система для диагностики состояния высоковольтного электроэнергетического оборудования / О. В. Шутенко, Д. Н. Баклай // Енергетика та електрифікація. – Київ, 2011 – №8. – С. 32–41.

3. Шутенко О. В. Функциональные особенности информационно-аналитической системы для диагностики состояния высоковольтного электроэнергетического оборудования [Электронный ресурс] : Матеріали ІІІ Науково-практичної конференції "Новые аспекты эксплуатации и проектирования распределителей. Перенапряжения и молниезащита" / О. В. Шутенко, Д. Н. Баклай. – Харків: ЗАТ Завод "Южкабель" – CD-изд-во НТСЭЭУ, 2011 – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Систем. требования: Pentium – 266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP.

4. Шутенко О. В. Основные характеристики и функциональные возможности информационно-аналитической системы "СИРЕНА" [Электронный ресурс] : Матеріали науково-технічної конференції "Перенапряги в електроенергетичних системах та захист від них" / О. В. Шутенко, Д. Н. Баклай. – Х.: CD-изд-во НТСЭЭУ, 2012 – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Систем. требования: Pentium – 266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP

5. СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006 Діагностика маслонаповненого трансформаторного обладнання за результатами хроматографічного аналізу вільних газів, відібраних із газового реле, і газів, розчинених у ізоляційному маслі.

6. РД 153-34.0-46.302-00 Методические указания по диагностике развивающихся дефектов трансформаторного оборудования по результатам хроматографического анализа газов, растворенных в масле.

7. МЭК (IEC) 60599, второе издание, 1999-03. Электротехническое оборудование с изоляцией, пропитанной минеральным маслом. Руководство по интерпретации анализа растворенных и свободных га-

зов.

8. Шутенко О. В. Метод обнаружения развивающихся дефектов высоковольтных трансформаторов по результатам хроматографического анализа растворенных в масле газов / О. В. Шутенко // Электрические сети и системы. – Київ. – 2010 – №3. – С. 38–45.

9. Патент на корисну модель №56766, Україна, МПК (2011.01) G01N 30/00 Спосіб виявлення дефектів в ізоляції високовольтного маслонаповненого обладнання за результатами хроматографічного аналізу розчинених у маслі газів / Бондаренко В.О., Шутенко О.В., Баклай Д. М., Аулова Н. В.; заявник і патентовласник НТУ "ХПІ". – u 201008612, заяв. 09.07. 2010; опубл. 25.01. 2001, Бюл. №2.

10. Шутенко О. В. Формирование процедуры нечеткого вывода для обнаружения развивающихся дефектов высоковольтных трансформаторов / О. В. Шутенко // Вісник НТУ "ХПІ". – Харків: НТУ "ХПІ". – 2008. – № 44. – С. – 162–177.

11. Анализ причин газовой выделения в силовых трансформаторах, на основе исследования корреляционных связей между растворенными в масле газами / О. В. Шутенко, Д. Н. Баклай, Т. А. Острикова, [та ін.] // Світлотехніка та електроенергетика. – Харків: "ХНАМГ". – 2012. – №3 – С. 72–81.

12. Шутенко О. В. Распознавание типа дефекта высоковольтных силовых трансформаторов на основе анализа образов дефектов, построенных по результатам хроматографического анализа растворенных в масле газов / О. В. Шутенко, Д. Н. Баклай, Т. А. Острикова // Вісник НТУ "ХПІ". – Харків: НТУ "ХПІ". – 2012. – №49. – С. 129–140.

### Анотация

#### **ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАСТВОРЕННЫХ В МАСЛЕ ГАЗОВ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ "СИРЕНА"**

Шутенко О. В., Баклай Д. Н.

*Приведено описання функціональних можливостей ІАС "СИРЕНА" при інтерпретації результатів хроматографічного аналізу розчинених в маслі газів, для діагностики стану високовольтного маслонаповненого обладнання.*

### Abstract

#### **INTERPRETATION OF THE RESULTS OF CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS OF DISSOLVED GAS OIL IN INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM "SIREN"**

O. Shutenko, D. Baklay

*The description of the functionality of the IAS "SIREN" when interpreting the results of chromatographic analysis of dissolved gases in oil, to diagnose the condition of high voltage oil-filled equipment.*