

В.М. Ночвай, к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖ ДОПУСКОВОГО ІНТЕРВАЛУ ДЛЯ ЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАТИВНОГО ПАРАМЕТРА ПРИ КОНТРОЛІ ВИТРАТ КИСНЮ ПАЛЬНИКА

В роботі запропоновано методику визначення меж допускового інтервалу для значення інформативного параметра за межами допускового інтервалу для значення контрольованого параметра. Наведено результати досліджень методу контролю витрат кисню пальника з застосуванням розробленої методики.

Актуальність та постановка проблеми в загальному вигляді. При напилюванні покриттів, а також при зварюванні сталей, процес ведуть нормальним полум'ям. Якість наплавленого металу і міцність зварного шва залежить від складу полум'я, тому під час зварювання зварник повинен слідкувати за його типом, регулювати його склад протягом всього процесу зварювання [1].

З метою отримання нормального (нейтрального) типу полум'я необхідно вести контроль витрат кисню, що відповідають стехіометричному співвідношенню кисню та пального газу в пальній суміші пальника. При виконанні контролю необхідно встановити межі допускового інтервалу для значення контрольованого параметра – витрат кисню. Так як значення витрат кисню, які відповідають стехіометричному співвідношенню кисню та пального газу в пальній суміші пальника, невідоме до початку контролю, то необхідно визначити верхню та нижню межі допускового інтервалу для значення інформативного параметра – напруги на виході оптико-електричного приладу (ОЕП).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. При виконанні контролю якості продукції встановлюють верхню та нижню межі допускового інтервалу для значення контрольованого параметра [2, 3]. При активному контролі з регулюванням витрат кисню пальника вимірюють напругу на виході ОЕП, а контрольованим параметром є витрати кисню, що відповідають стехіометричному співвідношенню кисню та пального газу в пальній суміші пальника. Значення контрольованого параметра до завершення контролю залишається невідомим, так як інформативним параметром є напруга на виході ОЕП [4].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. При активному контролі з регулюванням витрат кисню пальника невизначено верхню та нижню межі допускового інтервалу для значення інформативного параметра – напруги на виході ОЕП.

Мета досліджень. Розробити методику визначення меж допускового інтервалу для значення інформативного параметра за межами допускового інтервалу для значення контрольованого параметра.

Викладення основного матеріалу. Метод контролю витрат кисню $V_{кв}$, що відповідають стехіометричному співвідношенню кисню та пального газу в пальній суміші пальника, полягає у тому, що при незмінних витратах пального газу витрати кисню збільшуються з кроком h і визначають величину витрат кисню $V_{кв}$ за спадом до нуля величини потоку випромінювання частинок сажового вуглецю за межами ядра полум'я [4, 5].

При контролі витрат кисню $V_{кв}$ визначено нижню $V_{кн} = V_{кв} - 0,5$ л/хв. та верхню $V_{кв} = V_{кв}$ межі допускового інтервалу для значення контрольованого параметра. Так як значення витрат кисню $V_{кв}$ невідоме до завершення контролю, а відоме значення інформативного параметра – напруги на виході ОЕП, яка дорівнює 0 В при витратах кисню $V_{кв}$, то необхідно визначити і прийняти нижню та верхню межі допускового інтервалу для значення інформативного параметра.

Як видно з рівняння математичної моделі (ММ) полум'я пальника, яке має вигляд:

$$U = a_1 + a_2 V^{-1} + a_3 V^{-2} + a_4 V^{-3} + a_5 V^{-4}, \quad (1)$$

де U – напруга на виході ОЕП; a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – параметри ММ; V – витрати кисню, напруга на виході ОЕП та витрати кисню знаходяться в обернено пропорційній залежності. Звідси витікає, що верхній межі для значення контрольованого параметра $V_{кв}$ відповідає нижня межа допускового інтервалу для значення інформативного параметра U_H , а нижній межі для значення контрольованого параметра $V_{кн}$ відповідає верхня межа допускового інтервалу для значення інформативного параметра U_B (рис. 1).

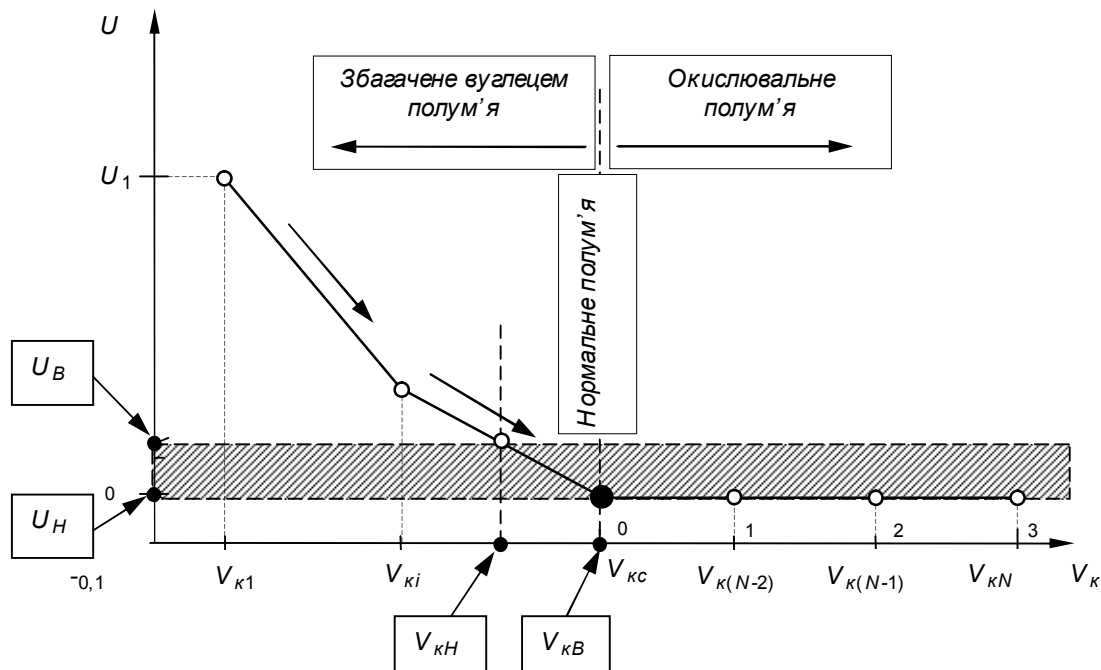


Рис. 1. Межі допускового інтервалу при виконанні активного контролю з регулюванням витрат кисню у пальній суміші пального: $V_{кН}$, $V_{кВ}$ – нижня та верхня межі допускового інтервалу для значення контрольованого параметра; U_H , U_B – нижня та верхня межі допускового інтервалу для значення інформативного параметра

Межі допускового інтервалу для значення інформативного параметра визначено з використанням рівняння ММ полум'я пального. У рівнянні (1) надамо приросту аргументу функції та приросту функції і отримаємо:

$$(U + \Delta U_j) = a_1 + a_2(V + \Delta V_j)^{-1} + a_3(V + \Delta V_j)^{-2} + a_4(V + \Delta V_j)^{-3} + a_5(V + \Delta V_j)^{-4}, \quad (2)$$

де ΔU_j – приріст функції; ΔV_j – приріст аргументу функції.

Кожному j -му значенню приросту аргументу функції відповідає j -те значення приросту функції. Нижня U_H та верхня U_B межі допускового інтервалу для інформативного параметра є приростом функції, а нижня $V_{кН}$ та верхня $V_{кВ}$ межі допускового інтервалу для значення контрольованого параметра є приростом аргументу функції.

Для прийнятих верхньої $V_{кВ} = V_{кС}$ та нижньої $V_{кН} = V_{кС} - h$, де $h = 0,5$ л/хв. – крок зміни значення контрольованого параметра, меж допускового інтервалу для значення контрольованого параметра шляхом математичного моделювання відповідно отримано:

$$(0 + 0) = a_1 + a_2(V_{кС} + 0)^{-1} + a_3(V_{кС} + 0)^{-2} + a_4(V_{кС} + 0)^{-3} + a_5(V_{кС} + 0)^{-4}, \quad (3)$$

$$(0 + 0,02) = a_1 + a_2(V_{кС} - 0,5)^{-1} + a_3(V_{кС} - 0,5)^{-2} + a_4(V_{кС} - 0,5)^{-3} + a_5(V_{кС} - 0,5)^{-4}. \quad (4)$$

З рівнянь (3) та (4) визначено нижню $U_H = \Delta U_j = 0$ В та верхню $U_B = \Delta U_j = 0,02$ В межі допускового інтервалу для значення інформативного параметра.

Вимірювання потоку випромінювання частинок сажового вуглецю виконано ОЕП, який встановлено на відстані 0,3 м від осі струменя пального. Проведено 5 експериментів при витратах ацетилену 6,6; 8; 9; 10 та 11,4 л/хв. Для вимірювання і точного регулювання витрат газів застосовано ротаметри мод. ДЕМ 3486011П. Початковий напрямок руху робочої точки по характеристиці об'єкта вибрано у сторону збільшення витрат кисню V_k і зміну параметра виконано з кроком 0,5 л/хв. Встановлено, що при збільшенні витрат кисню та при незмінних витратах ацетилену потік випромінювання частинок сажового вуглецю зменшується і відповідно зменшується напруга на виході ОЕП (рис. 2).

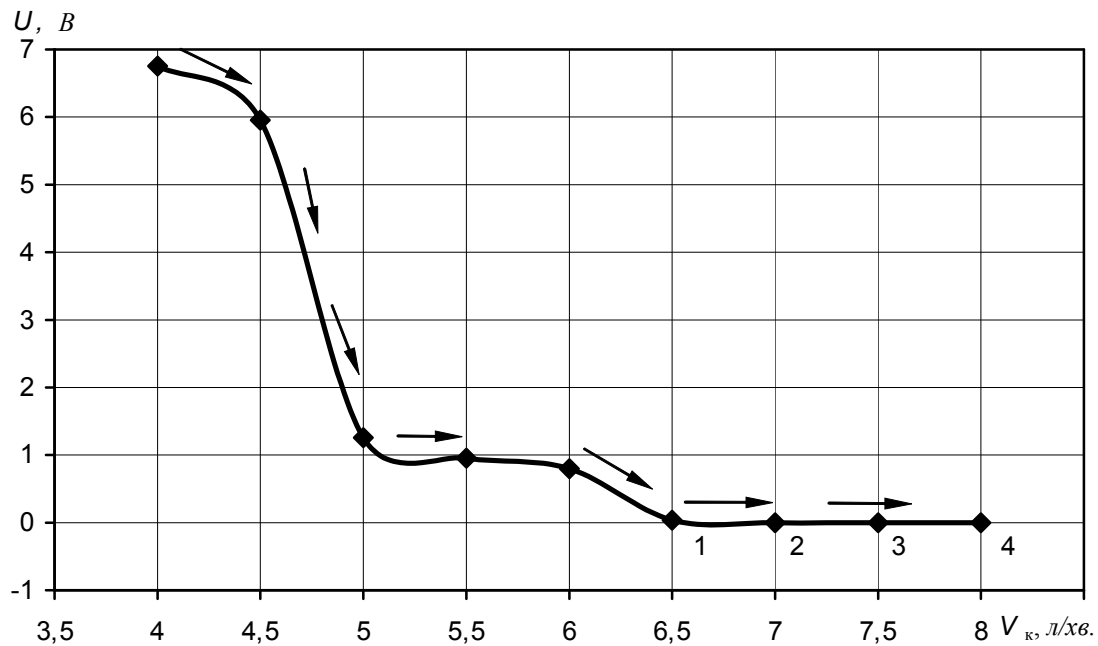


Рис. 2. Залежність напруги на виході ОЕП від витрат кисню (витрати ацетилену 6,6 л/хв.)

При витратах кисню 7,0; 7,5 та 8,0 л/хв. напруга на виході ОЕП дорівнює 0 В (див. точки 2, 3 та 4 на робочій характеристиці об'єкта). При витратах кисню 6,5 л/хв. (точка 1) у полум'ї є залишки палива, так як є випромінювання вуглецю і при цьому напруга на виході ОЕП дорівнює 0,036 В. Так як $7,0 < 7,5 < 8,0$ л/хв., то точка 2 відповідає найменшому значенню витрат кисню при якому напруга на виході ОЕП дорівнює 0 В. Значення витрат кисню $V_{\text{кк}}$, яке відповідає стехіометричному співвідношенню кисню та ацетилену в пальній суміші, визначено за спадом до нуля потоку випромінювання сажового вуглецю і дорівнює 7,0 л/хв.

При контролі витрат кисню пальника визначено і прийнято нижню $U_{\text{Н}} = 0$ В та верхню $U_{\text{В}} = 0,02$ В межі допускового інтервалу для інформативного параметра (рис. 3).

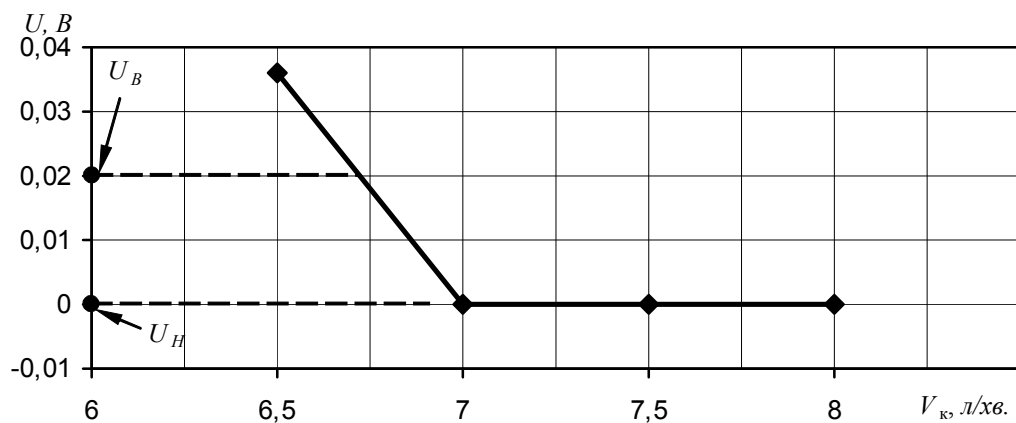


Рис. 3. Довірчі межі допускового інтервалу при контролі витрат кисню (витрати ацетилену 6,6 л/хв.)

Об'єкт непридатний, якщо значення параметра U , що вимірюють, (напруга на виході ОЕП) знаходиться за межами допускового інтервалу $U > U_{\text{В}}$, при цьому $V_{\text{к}} < V_{\text{кН}}$ – отримано полум'я збагачене вуглецем. Об'єкт придатний, якщо виконується умова $U_{\text{Н}} \leq U_i \leq U_{\text{В}}$. При цьому: витрати кисню $V_{\text{кк}}$ дорівнюють 7,0 л/хв. (рис. 3) і відповідають стехіометричному співвідношенню кисню та ацетилену в

пальній суміші пального; витрати кисню збільшувати припиняють; отримано нормальне (нейтральне) полум'я; результат вимірювального контролю – об'єкт придатний (табл. 1).

Таблиця 1

Результати контролю витрат кисню пального

№ досліджу, i	V_{ki} , л/хв.	U, B	Перевірка виконання умови U_H $\leq U \leq U_B, B$	Результати контролю
1	4,0	6,756	$0 < 6,756 > 0,02$	Об'єкт не придатний
2	4,5	5,956	$0 < 5,956 > 0,02$	Об'єкт не придатний
3	5,0	1,256	$0 < 1,256 > 0,02$	Об'єкт не придатний
4	5,5	0,956	$0 < 0,956 > 0,02$	Об'єкт не придатний
5	6,0	0,796	$0 < 0,796 > 0,02$	Об'єкт не придатний
6	6,5	0,036	$0 < 0,036 > 0,02$	Об'єкт не придатний
7	7,0	0	$0 = 0 < 0,02$	Об'єкт придатний

Висновки. Межі допускового інтервалу для інформативного параметра можна визначити: шляхом розрахунку за рівнянням ММ полум'я пального; по таблиці приростів аргументу та функції, яку отримано шляхом табуляції рівняння (2); шляхом математичного моделювання полум'я пального.

Для прийнятих нижньої $V_{кН} = V_{кС} - 0,5$ л/хв. (крок зміни значення контрольованого параметра $h = 0,5$ л/хв.) та верхньої $V_{кВ} = V_{кС}$ меж допускового інтервалу для значення контрольованого параметра співвідношення кисню та пального газу в пальній суміші пального β , яке визначають за формулою:

$$\beta = V_{к} / V_{г} = (V_{кС} - h) / V_{г}, \quad (5)$$

де $V_{г}$ – витрати пального газу; $V_{к}$ – витрати кисню, буде знаходитись у межах $0,98 \div 1,06$ (при витратах ацетилену $6,6$ л/хв.), що є задовільним показником нормального (нейтрального) типу полум'я.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Ольшанский Н.А.* Сварка в машиностроении : справочник. В 4 т. / *Н.А. Ольшанский*. – М. : Машиностроение, 1978–1979.
2. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю : навч. посіб. / *Є.Т. Володарський, В.В. Кухарчук, В.О. Поджаренко та ін.* – Вінниця : Велес, 2001. – 219 с.
3. *Петрук В.Г.* Спектрофотометрія світлорозсіювальних середовищ : теорія і практика оптичного вимірювального контролю / *В.Г. Петрук*. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2000. – 207 с.
4. *Ночвай В.М.* Метод контролю витрат кисню паливників по потоку випромінювання полум'я / *В.М. Ночвай* // Процеси механічної обробки в машинобудуванні : зб. наук. пр. – Житомир : ЖДТУ, 2009. – № 6. – С. 30–40.
5. Спосіб контролю та регулювання полум'я газових паливників. пат. UA 76332 U Україна, МКІ P23N 1/02. / *Ночвай В.М., Серов В.В.*, (Україна). – № 20041008025 ; заявл. 04.10.2004 ; опубл. 17.07.2006, Бюл. № 7.

НОЧВАЙ Володимир Матвійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування і конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- газотермічні покриття;
 - прилади і методи контролю та визначення складу речовин.
- Тел.: (096)211–79–41; (0412)22–13–65.

Подано 17.05.2011