

(,)
 (,),

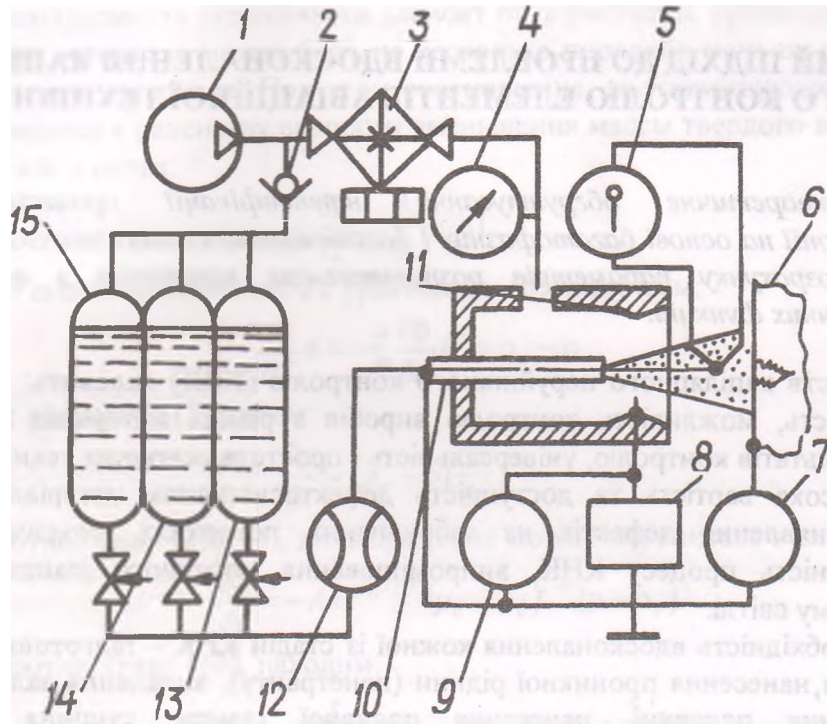


Схема аэрозольной электрогазодинамической (АЕГД) установки для нерулинового контролю деталей:
 1 - ; 2 - ; 3 - ;
 4 - ; 5 - ; - ;
 7 - ; 8 - ; 9 - ;
 10 - ; 11 - ; 12 - ;
 13, 14, 15 - ,

()

[3]:

$$5 = \sqrt{6} [\quad ,$$

$$, ; = 4 \cdot 3 / 3 \quad , -$$

$$, / 3; V,$$

- , / (

); -

, - / 2; -
), .

, ; / -

(

[4]:

$$- 0,0 / 5 \quad \wedge \quad 0,515 \quad | 4 \quad 0,11 \quad 0,375 \quad // (0 \quad 0 \quad 0,28 \quad 0,375$$

, / 3; -

, / .

() [5]

$$p_o = p_n / \pi(m),$$

де p_n – тиск повітря на вихідному зрізі сопла (для розрахункового режиму збігається з тиском середовища, куди витікає струмина).

Основні конструктивні розміри розпилювального пристрою (радіуси критичного $R_{кр}$ і вихідного R_v перерізів, довжина надзвукової частини сопла $L_{кр}$) розраховуються за заданими витратами (наприклад, повітря) G_r через сопло:

$$R_{кр} = [G_r T_o^{1.5} (0,0405 \pi p_o)^{-1}]^{0.5} + r_p,$$

$$R_v = R_{кр} / q(m);$$

$$L_{кр} = (R_v - R_{кр}) / \text{tg} \alpha_c,$$

де T_o – температура газу на вході в сопло, $^{\circ}\text{K}$; r_p – радіус розпилювача, розташованого вздовж осі сопла, м; $q(m)$ – газодинамічна функція [5]; α – кут напіврозкриття надзвукового сопла ($\alpha \leq 6^{\circ}$ відповідно до умови безвідривного витікання струмини).

Розмір перерізу струмини для сопла з вказаними параметрами визначається радіусом струмини R_c , який знаходять за його відстанням від зрізу сопла:

$$R_c \approx 0,22 L_c.$$

Так, для сопел з критичним перерізом $S_{кр} = (0,5-1,13) \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ й витратами газу $G = 0,03-0,075 \text{ кг/с}$ радіус струмини R_c на відстані $L_c = 0,1 \text{ м}$ має значення:

$$R_c = (2,3-2,8) \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

При цьому забезпечується розмір аерозольних частинок порядку 10^{-3} м і швидкість струмини в межах $250-350 \text{ м/с}$ при витратах рідинної фази $0,001-0,003 \text{ кг/с}$ і тиску в межах $0,4-0,5 \text{ МПа}$.

При автономному використанні пристроїв, що пропонуються (в умовах обмеженого запасу стисненого газу), однією з найважливіших проблем є мініатюризація каналу подачі стисненого газу для зменшення його витрат при розпилюванні дефектоскопічних та очищувальних рідких матеріалів. Так, наприклад, для сопла з критичним перерізом $0,15 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ($R_{кр} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$) і розпилювачем $r_p = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ при визначених дисперсних і швидкісних характеристиках витрати стисненого газу G_r знижуються до $0,01 \text{ кг/с}$, тобто приблизно в 5-7 разів.

Ефекти електричного поля при обробці об'єктів дефектоскопічними матеріалами визначається значенням напруженості поля E на межі контакту рідинної фази з поверхнею об'єкта.

Напруженість поля E для запропонованої установки на основі сопла з розпилювачем прямо пропорційна значенню корисного струму I_k , який характеризує зарядження аерозольного потоку, вимірюється мікроамперметром (див. рисунок):

$$I_k = A \lambda^{1.5} (R_c G_r / \epsilon_r p_o)^{0.5} U_p,$$

де A – коефіцієнт, який залежить від розмірів надзвукового сопла:

$$A = \frac{(L_{кр} + 0,18 R_c)}{(567 R_c - 0,835) L_{кр} (1 + 36 R_c)},$$

де λ – електропровідність рідини;

$$R_c = \frac{R_{кр} + R_v}{2} - r_p;$$

де R_c – середня ширина кільцевого зазору в соплі; ϵ_r – діелектрична проникність рідини; p_o – атмосферний тиск; U_p – робоча напруга в міжелектродному проміжку "сопло – розпилювач".

Для корисного струму I_k приблизно дорівнює $3 \cdot 10^{-5}$ А. Напруженість поля об'ємного заряду струмینی набуває значення до $2 \cdot 10^5$ В/м [4]. Загострені кромки капіляра (гирло дефекту) сприяє місцевому збільшенню напруженості поля до 10^8 В/м, що суттєво збільшує P_e і швидкість заповнення капілярів згідно з рівняннями (1) і (2).

Об'ємний електричний заряд струмینی визначається зарядом аерозольних частинок, що складають цю струмину.

Заряд частинок на основі води для даних режимів роботи АЕГД пристрою досягає значення $\theta \approx 2,7 \cdot 10^{-13}$ К і призводить до зниження поверхневого натягу σ_E крапель за формулою [6]:

$$\sigma_E = \frac{Q^2}{16\epsilon_0 \pi^2 a^3}$$

При радіусі краплі $\alpha = 10^{-5}$ м розрахункове значення σ_E досягає 0,03 Н/м, що складає близько 40 % поверхневого натягу нейтральної краплі.

Ефект зниження поверхневого натягу пов'язаний з підвищенням змочувальної дії та збільшенням капілярного тиску p_k . Таким чином, при розрахункових режимах роботи АЕГД установки суттєво збільшуються значення всіх трьох складових тиску p_k , p_e , p_T в рівняннях (1) і (2), що обумовлює капілярне вбирання і взаємодію з поверхнею об'єкта.

На етапах підготовки поверхні об'єкта до контролю і проміжних процесів очистки АЕГД установка дозволяє ефективно реалізувати вказані проміжні процеси на основі водяних розчинів поверхнево-активних речовин для очистки порожнин поверхневих дефектів.

У випадку відключення подачі рідини в розпилювач АЕГД установка забезпечує ефективну сушку поверхні об'єкта і порожнин дефекту газодинамічною струминою при значно менших температурних порівняно із звичайною конвективною сушкою.

Результати експериментальних досліджень дозволили встановити:

- очистка поверхні за допомогою АЕГД установки перед нанесенням дефектоскопічних матеріалів дозволяє обходитися без органічних пожежонебезпечних матеріалів;
- проникна здатність і проявна властивість при обробці нейтральним аерозольним потоком в 2–2,5 рази, а при обробці зарядженим аерозольним потоком в 7–8 разів вище порівняно з традиційним змочуванням за допомогою пензля, причому використовуються суміші на водній основі, що підвищує пожежобезпечність технологічних операцій;
- суттєво (приблизно в 10 разів) прискорюється сушіння виробів за допомогою нейтрального та іонізованого газового потоків порівняно із сушінням конвективним способом.

Таким чином, застосування нейтральних і заряджених газових та аерозольних потоків обумовлює комплексне вирішення проблем КНК – підвищення ефективності контролю, пожежобезпечності та екологічної чистоти процесів КНК.

Список літератури

1. Прохоренко П.П., Мигун Н.П. Введение в теорию капиллярного контроля /Под ред. А.С.Боровикова. – Минск: Наука и техника, 1988. – 207 с.
2. Франчук Г.М. Интенсификация процессов обслуживания и ремонта авиационной техники с применением многофазных многокомпонентных потоков: Дис... д-ра техн. наук. – К.: КИИГА, 1998. – 32 с.
3. Черный Л.Т. Электризация металлических тел в аэрозольных потоках с твердой слабопроводящей дисперсной фазой //ДАН СССР. – 1980, – Т. 254. – № 3. – С. 567-570.
4. Франчук Г.М., Ушаков В.В., Савченко В.И. и др. Генераторы заряженного аэрозоля// Известия АН СССР: Энергетика и транспорт. – 1982. – № 5. – С. 118-127.
5. Абрамович Г.М. Прикладная газовая динамика. –М.: Наука, 1969. – 824 с.
6. Саранчук В.И., Рекун В.В., Поздняков Г.А. Электрические поля в потоке аэрозолей. – К.: Наук. думка, 1981. – 112 с.