



УДК 621.10.230

Студинський В.А., Позняков П.Б., Саленко О.Ф., д.т.н., проф.,
Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського, м.
Кременчук, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ СКЛАДНИХ ПРОСТОРОВИХ ПОВЕРХОНЬ СТРУМИННИМИ МЕТОДАМИ

Гідро-абразивне очищення – це струминна технологія промислового очищення, при якій середовищами, що забезпечує робочий процес на поверхні, є вода і абразив. Вона широко використовується для видалення забруднень, підготовки сталевих конструкцій під фарбування або нанесення покриття: надання необхідної шорсткості, видалення окалини, іржі, старих лакофарбових та інших покриттів.

Нині гідро абразивне очищення з успіхом використовується при ремонті магістральних нафто- і газопроводів, відновленні поверхонь окремих деталей, очищенні слябів, поковок від окалини тощо [1]. При обробці таких деталей струмінь рідини або роторна струминна головка переміщується відносно поверхні на оптимальній відстані і здійснює скануючи очищення поверхні.

У той же час існує проблема удосконалення процесу та його адаптації для оброблення заготовок невеликої ваги і габаритів, для яких розміри струминного інструменту є порівняними.

Відомо [2], що баланс енергії для випадку струминно-абразивної обробки поверхні твердого тіла потоком незв'язаних абразивних частинок може бути представлений так:

$$\frac{m_{i,j} v_{i,j}^2}{2} - (E_o + E_c) = \frac{A_n + A_p}{(1-k)},$$



де $\frac{m_{i,j} v_{i,j}^2}{2}$ - кінетична енергія струминного потоку у вигляді дискретних частинок; E_o , E_c - втрати енергії на опір середовища та на турбулентність потоку; A_n , A_p - робота з пластичного деформування та руйнування поверхні твердого тіла; k - коефіцієнт втрат енергії при співударянні.

З приведенного рівняння стає очевидним, що наявність шару забруднення або поверхневої плівки значно зменшує корисну роботу струменя по руйнуванню плівки (зростає коефіцієнт k), причому співвідношення робіт A_n , A_p залежить від кута натікання струменя. Таким чином, пляма гідроабразивного очищення обумовлюється віддаленням до оброблюваної поверхні l , визначається розподілом мас $m_{i,j}$ та швидкостей потоку $v_{i,j}$. На основі аналізу формування різального струменя показано, що кількість маси робочого середовища, яка потрапляє на оброблювану поверхню площею f за певний час t для випадку впливу на плоску нормально орієнтовану поверхню становить

$$M_c = \int_0^t m \cdot f \cdot dt = \frac{f}{(x_{i+1} - x_i)(y_{i+1} - y_i)} \int_0^t Q_m P(F(x, y)) dt,$$

причому $P(F(x, y)) = \int_{x_i}^{x_{i+1}} \int_{y_i}^{y_{i+1}} f(x, y) dx dy$ - ймовірність потрапляння частинки абразиву

на ділянку площиною F , яка визначатиметься як $F = \pi D^2 / 4 \cos(\alpha)$, α - кут розходження струменя. Неоднорідність поверхневого шару та підкоряння розподілу маси абразивних зерен певному статистичному закону вимагає оцінки зростання плями вилучення твердого шару з поверхні у функції часу.

Проведено експериментальне дослідження процесу струминно-абразивного очищення складних просторових виробів малих розмірів. При цьому виходили із умови, що при очищенні має бути видалена лише поверхнева плівка; пошкодження самого матеріалу має бути мінімальним і рівномірним; відносні рухи інструменту і заготовки мають бути мінімізовані,

тобто поверхневе забруднення має бути видалене за мінімальну кількість робочих рухів.

У якості заготовки було обрано деталь шахтного домкрату з конструкційної Сталі 45, отриману методом гарячого деформування (штамповка), в результаті чого її поверхня вкрита окалиною окисно-вуглецевого характеру Fe_3O_4 , FeO та Fe_2O_3 (рис.1).

Для очистки заготовки було використано гідрорізальну машину ЛСК 400-5. При проведенні експерименту заготовку закріплювали на столі гідроабразивного верстату за допомогою струбцин. Відстань від зрізу калібрувальної трубки до оброблюваної поверхні змінювали в межах 50-200 мм, нахил робочого інструменту, що визначав кут атаки абразиву змінювали в межах 45° - 90° .

Обробка проводилась з наступними режимами: тиск $p_b = 8,0 \dots 12,0$ МПа; діаметр калібрувальної трубки $D_k = 1,1$ мм; швидкість переміщення струминного пристрою $s_k = 3,9$ м/хв.; абразив - гранат фракцією 40/80 мкм; кут атаки абразиву 45° - 90° . Зростання плями із часом та очікувані розміри зони очищення подані в таблиці.





Рис. 1 – Досліджувана заготовка та поверхні, що потребують очищення

Для очистки заготовки було використано гідрорізальну машину ЛСК 400-5. При проведенні експерименту заготовку закріплювали на столі гідроабразивного верстату за допомогою струбцин. Відстань від зрізу калібрувальної трубки до оброблюваної поверхні змінювали в межах 50-200 мм, нахил робочого інструменту, що визначав кут атаки абразиву змінювали в межах 45°-90°.

Обробка проводилась з наступними режимами: тиск $p_b = 8,0 \dots 12,0$ МПа; діаметр калібрувальної трубки $D_k = 1,1$ мм; швидкість переміщення струминного пристрою $s_k = 3,9$ м/хв.; абразив - гранат фракцією 40/80 мкм; кут атаки абразиву 45°-90°. Зростання плями із часом та очікувані розміри зони очищення подані в табл.

Таблиця

Результати експерименту

Тиск, МПа	Висота сопла, мм	Діаметр плями, мм за час обробки, с		Кут атаки, град.
		1,0	5,0	
8	20	5	8	90°
	70	9	11	90°
	120	18	19	90°
	185	20	24	45°
12	20	6	7	90°
	70	10	12	90°

	120	19	21	90°
	185	20	25	45°

За результатами експерименту побудовано графік залежності діаметра плями, мм, від відстані між соплом і оброблюваною поверхнею, рис. 2. Увагу приділено також і вивчену топографії поверхні після струминно-абразивного впливу.

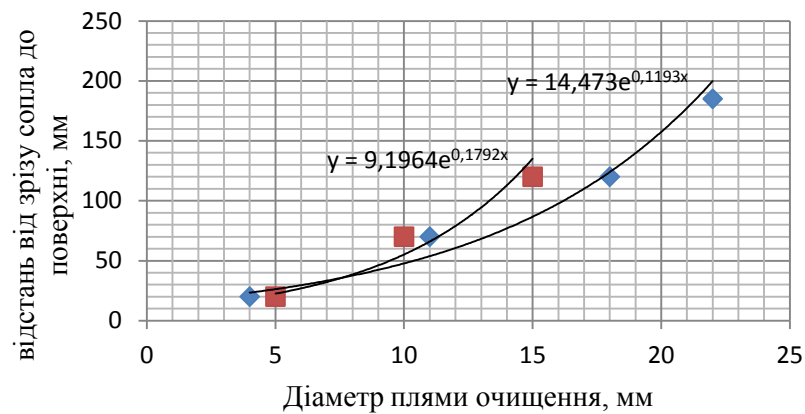


Рис. 2 – Обумовленість плями очищення схемою зони обробки

Так, встановлено, що затримка струменя понад певний час на одній ділянці поверхні веде не тільки до видалення плівки, а і до руйнування самої поверхні, внаслідок чого виникає лунка. Її розміри пропорційні часу впливу та обумовлюються схемою дії струменя: при косому натіканні струменя відбувається якісне вилучення поверхневої плівки, з незначним зростанням лунок (рис. 3).

Отже, підвищення ефективності очищення складних просторових виробів струминними методами вбачається у проведенні обробки гідро абразивним струменем, що натікає під кутом до поверхні, відмінним від прямого, із швидкістю, яка не допускає активного зростання лунки гідро впливу. Подальших досліджень вимагає оцінка швидкості руху подачі та схеми переміщення струменя по поверхні, яка б забезпечила мінімальне лунко утворення при повному вилученні оксидного шару.



Рис. 3 – Видалення плівки окалини та поява лунок на оброблюваній поверхні

Список літератури

1. Поздняков П.Б., Саленко О.Ф. Ефективність струминних роторних пристроїв, використовуваних для очищення поверхні твердих тіл // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету, вип. 6, 2004. с. 88-92. в-во КДПУ, м. Кременчук.
2. Some aspects of composite materials hydro jetting from the point of the Linear Mechanics Destruction / Salenko A., Fomovskaya A. / Journal of the Technical University of Gabrovo. – vol.6, 2008 pp.23-33.