

О.В. Чернишов, ст. викладач¹,
 О.О. Чернишов, інженер¹,
 О.Ю. Чумаченко, здобувач вищої освіти¹,
 В.А. Яновський, доцент²,
 А.М. Гайченя, здобувач вищої освіти²,

¹ Дніпровський державний технічний університет (м. Кам'янське)
² Державний університет «Житомирська політехніка»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ МИТТЯ МЕТАЛЕВОЇ СТРУЖКИ

Як показав аналіз, існує безліч способів миття металевих поверхонь. Але для створення машини для миття стружки доцільно, на наш погляд, використовувати комбінацію занурювального, струминного та ультразвукового методів. З метою вивчення процесу миття з використанням перерахованих методів було проведено експериментальні дослідження. Для дослідження була обрана миюча рідина, в яку входили чотири компоненти: їдкий натрій, кальцинована сода, рідке скло, тринатрійфосфат. Методика вибору миючого розчину включала оцінку таких параметрів як тривалість очищення металевих поверхонь від масляних та водних МОР, здатність переробки та регенерації, корозійний вплив на об'єкт очищення, стійкість розчину, вартість та здатність не утворювати великої кількості піни.

Експериментальні дослідження миття стружки проводилися в такий спосіб: змінювалася концентрація однієї з компонентів за постійної концентрації інших. У розчин об'ємом 50 л при температурі 60°C занурювалася порція стружки масою 1 кг, забрудненою оливою «Індустріальне-20» (а також проводилися експерименти при забрудненні водними МОР ЕТ-2), інтенсивно перемішувалась, щохвилини витягувалася з розчину, висушувалась, зважувалася на електронних терезах. Експериментальні дані показали, що зі збільшенням концентрації розчину ступінь очищення зростає, а при досягненні певної концентрації її подальше збільшення істотного впливу на ступінь очищення не надає. Вплив концентрації кальцинованої соди за постійної кількості інших інгредієнтів на ступінь очищення представлено на рис. 1. Під ступенем очищення мається на увазі відношення у відсотках видаленої з поверхні стружки маси забруднювача до його початкової маси.

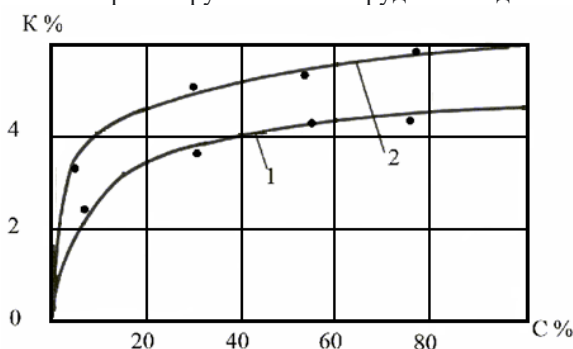


Рис. 1 Вплив концентрації кальцинованої соди на ступінь очищення стружки при $t = 60^\circ\text{C}$ (1 – МОР - ЕТ2; 2 – масло «Індустріальне 20»)

Таким чином, в результаті досліджень було вивчено вплив концентрації розчину на процес очищення стружки та обраний миючий розчин [1].

Процес миття струменями не досліджувався, оскільки він добре вивчений іншими авторами.

В даний час існує безліч пристроїв для ультразвукового очищення металевих поверхонь. Але, на жаль, ці пристрої дорогі, складні у виготовленні та експлуатації. Для спрощення конструкції ультразвукової установки для миття стружки були проведені випробування гідродинамічних ультразвукових вібраторів для використання в процесі очищення металевих поверхонь.

На рис. 2 представлена залежність ступеня ультразвукового очищення від температури миючого розчину при використанні гідродинамічного вібратора з товщиною щілини сопла $2 \cdot 10^{-3}$ м і товщиною пластини, що коливається $2 \cdot 10^{-3}$ м і $1,5 \cdot 10^{-3}$ м, виготовленої з інструментальної сталі У7. Тиск живлення системи 90 Па.

З графіка видно, що зі збільшенням температури розчину та збільшенням товщини пластини ступінь очищення зростає [1].

З метою вивчення впливу температури та концентрації миючого розчину, а також часу миття та частоти ультразвукових коливань на ступінь очищення стружки з вуглецевої сталі в машинах, які використовують комбінований метод очищення, був використаний метод планування експерименту.

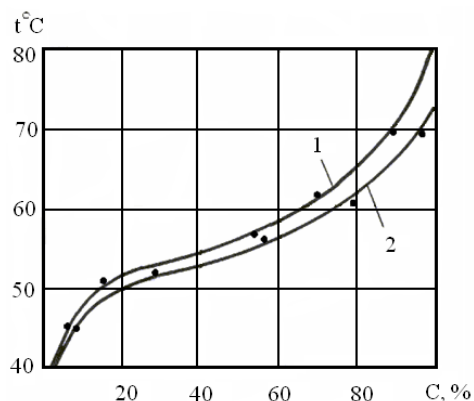


Рис. 2 Залежність степеню очистки стружки від температури розчину при інтенсифікації процесу ультразвуковими вібраторами
Товщина пластини вібратора: 1 – $h = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; 2 – $h = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; тиск живлення 90 МПа

Планування наукового експерименту не дозволяє отримати математичну модель досліджуваного процесу, лише дозволяє ефективно оцінити коефіцієнти математичної моделі, обраної виходячи з інформації про процес. Вибрана математична модель повинна відображати зв'язок між параметрами процесу, включеними до розгляду, і в загальному вигляді є функцією багатьох змінних.

$$Y = \varphi(X_1; X_2; \dots; X_n) \quad (1)$$

Для побудови математичної моделі прийнято такі позначення: X_1 – температура миючого розчину; X_2 – концентрація миючого розчину; X_3 – час миття; X_4 – частота ультразвукових коливань; Y – ступінь очищення.

Стандартна модель включає лінійну і нелінійну комбінацію факторів. Оцінивши результати експериментальних та розрахункових даних за моделлю нами встановлено, що достатньо використовувати лише лінійну комбінацію факторів. Тому при розробці моделей виконано процедуру статистичної обробки даних щодо лінійної моделі з подальшою її перевіркою на адекватність фізичному процесу [91]. Передбачається, що ця модель буде використана у подальшому моделюванні фізичних процесів у пропонованій машині. Тому спрощення математичних залежностей дозволить створити надійніші методики розрахунку при проектуванні мийних машин.

Для проведення експерименту та побудови моделі залежності Y від X_i ($i = 1; 2; 3; 4$) застосовувалися методи ортогонального центрального композиційного планування.

В нашому випадку ядро плану складала матриця 2^4 , а з урахуванням «зоряних» точок та центральної точки кількість дослідів складала 25. Рівні варіювання факторів в експерименті наведені у таблиці.

Таблиця Рівні варіювання факторів

Значення	«Зоряні» точки $\tilde{x}_3 = -1,414$	Нижній рівень $\tilde{x}_3 = -1$	Основной рівень $\tilde{x}_3 = 0$	Верхній рівень $\tilde{x}_3 = +1$	«Зоряні» точки $\tilde{x}_3 = +1,414$
X_1	33,8	40	55	70	76,2
X_2	1,2	2	4	6	6,8
X_3	1,6	2	3	4	4,4
X_4	0,8	1	1,5	2	2,2

Обробивши результати експериментів на ПК отримали рівняння, що описує миття стружки при оптимальних параметрах.

$$Y = -71,22 + 0,64 X_1 + 18,7 X_2 + 8,544 X_4. \quad (2)$$

З аналізу рівняння (2) видно, що параметр X_3 , що означає час миття, відсутня внаслідок своєї незначності.

Висновки

1. Встановлено, що час миття стружки є незначним чинником. Це можна пояснити тим, що за рахунок інтенсифікації процесу миття ультразвуковими коливаннями до мінімуму скорочується час миття і подальше знаходження стружки в машині значного впливу не має.

2. Отримані результати миття стружки вуглецевих сталей можуть бути з невеликими уточненнями рекомендовані для миття стружки різних марок сталі, у тому числі і кольорових металів.

Література:

1. Чернишов О.В. Підвищення ефективності процесу очищення металеві стружки від мастильно-охолоджуючих рідин за допомогою миючих розчинів /Чернишов О.В., Музичка Д.Г., Трикіло А.І., Яновський В.А. – Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського. Випуск 5/2018 (112). – С.103 – 109.