

СЕКЦІЯ 7
НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА
ДІАГНОСТИКА, ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ГАЛУЗІ

УДК 621.317

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБКИ
ПОВЕРХОНЬ ПРИРОДНИХ КАМЕНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ
НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Черепанська І. Ю., Сазонов А. Ю., Безвесільна О. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: cherepanskairina@gmail.com

Високоточна та швидка оцінка якості оброблюваних поверхонь природних каменів у автоматичному режимі без зупинки технологічного процесу є надзвичайно важливою та специфічною науково-технічною проблемою. Її успішне вирішення сприяє забезпеченню стабільності технологічних процесів, високої якості продукції, конкурентоспроможності каменеобробних підприємств та підвищення ефективності їх функціонування у цілому.

Оцінка якості оброблюваних поверхонь природних каменів здійснюється шляхом вимірювання величини шорсткості на кожному з етапів технологічного процесу. При цьому проблема полягає у тому, що вологість, пил та бруд, які є невід’ємною частиною технологічного процесу обробки поверхонь каменів, унеможливають застосування таких традиційних вимірювальних пристроїв як блискоміри та профілометри [1, 2] безпосередньо у виробничих умовах. Це пов’язано із тим, що на результат вимірювань впливають рівень світлового потоку, колір природного каменю, забрудненість і рівень вологості оброблюваних поверхонь які суттєво знижують точність вимірювання, що є неприпустимим. Очевидно, що застосування вказаних засобів вимірювання вимагає довготривалої зупинки технологічних процесів для попередньої підготовки досліджуваних поверхонь до вимірювання, що є неприпустимим у динамічних виробничих умовах сучасних каменеобробних підприємств.

Метою роботи є представлення розробленої автоматизованої системи визначення якості обробки поверхонь природних каменів для підвищення точності і швидкодії вимірювання та обробки інформації.

Автоматизована система визначення якості обробки поверхонь природних каменів [3] побудована з використанням нейромережєвих технологій. Вона призначена для автоматичної високоточної та швидкої оцінки якості обробки поверхонь різної природи, у тому числі природних каменів, в режимі реального часу без переривання технологічного процесу. Структурна схема системи приведена на рис. 1.

Автоматизована система визначення якості обробки поверхонь природних каменів містить інтелектуальну і електромеханічну підсистеми. Електромеханічна підсистема містить ультразвукові датчики Д1 та Д2 для вимірювання відстані, датчик Д3 струму, модуль живлення (МЖ), головний виконавчий механізм (ВК) з обробляючою шліфувальною голівкою, мікроконтролер (МК), функціональний перетворювач (на рис. 1 не показаний). Інтелектуальна підсистема містить штучну нейронну мережу (ШНМ) інтегровану як спеціалізований застосунок в операційну систему портативного комп'ютера (ПК), Wi-fi– модуль передачі даних на відстань.

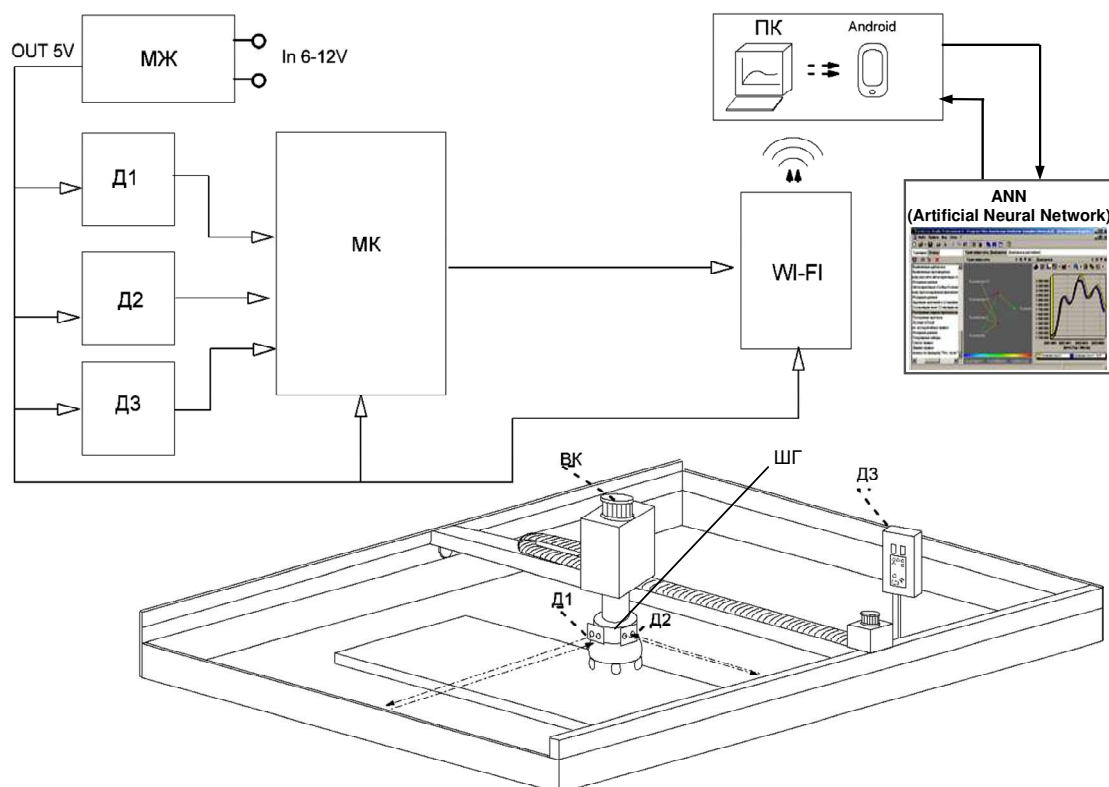


Рис. 1. Структурна схема автоматизованої системи визначення якості обробки поверхонь природних каменів: Д1, Д2 – датчики відстані, Д3 – датчик струму, МЖ – модуль живлення, ВК – головний виконавчий механізм з обробляючою шліфувальною голівкою ШГ, МК – мікроконтролер, Wi-fi– модуль передачі даних на відстань, ANN – штучна нейронна мережа, ПК – портативний комп'ютер

Ультразвукові датчики Д1, Д2 встановлені безпосередньо на оброблювальній шліфувальній голівці (ШГ) приводу різального інструменту та формують на площині вісі прямокутної системи координат, по яким переміщується ШГ і використовуються для визначення координат переміщення робочого валу головного двигуна.

При шліфуванні або поліруванні поверхні змінюється величина її шорсткості (рис. 2), яка пов'язана із величиною споживаного струм на валу ВК, що споживається приводом головного руху каменеобробного верстату під час його роботи.

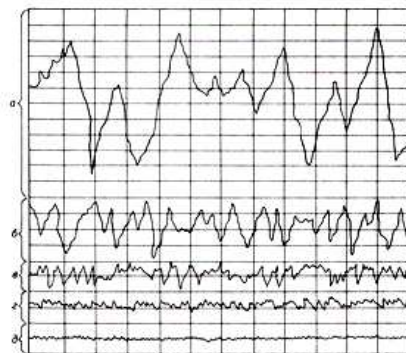


Рис. 2. Зміна споживаного струму на валу головного виконавчого механізму ВК на різних стадіях обробки гранітного каменю шліфувальним інструментом: а – грубе шліфування (обдирання), б – середнє шліфування, в – тонке шліфування, г – доводочне шліфування (лощіння), д – полірування

Величина амплітуди коливань та миттєве значення струму корелюють із навантаженням на валу приводу головного руху верстату. Навантаження спричинене механічним опором з боку поверхні каменю функціонально залежить від шорсткості цієї поверхні.

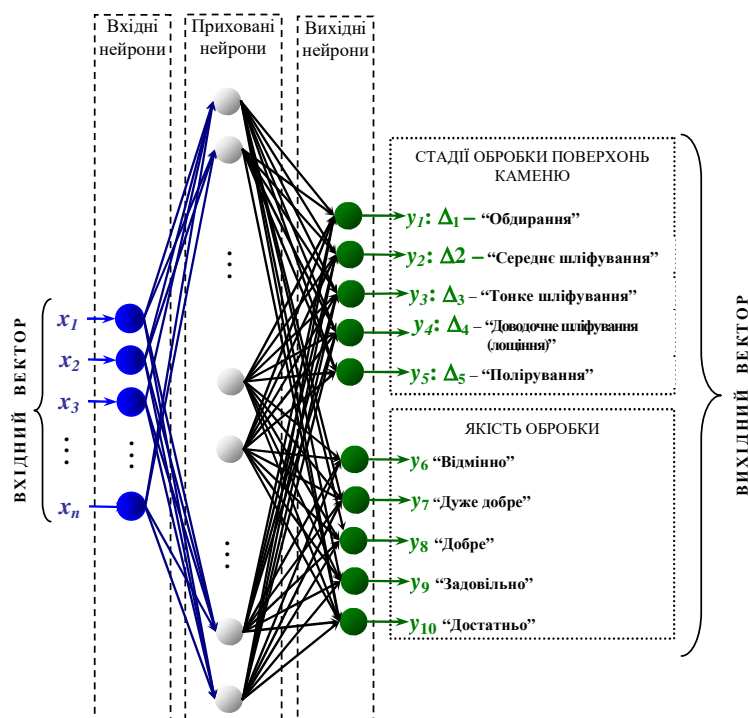


Рис. 3. Схематична структура ШНМ для автоматичного визначення якості обробки поверхонь природних каменів

Тому постійне безперервне вимірювання величини споживаного струму дозволяє безпосередньо відслідковувати зміну шорсткості та визначати її величину в режимі реального часу. Для цього використовується датчик ДЗ струму, покази якого передаються на МК. Сигнали з МК подаються на вхід ШНМ, яка навчена автоматично визначати якість обробки поверхні каменю. Структура ШНМ

представлена на рис. 3. Вона розроблена за принципами побудови багатошарового перцептронну.

ШНМ навчена за методом "навчання з вчителем" та алгоритмом “зворотного поширення помилки”. В якості навчальної вибірки використовувались дані натурного експерименту проведеного на діючому каменеобробному підприємстві в Житомирській області. Зокрема ШНМ була навчена визначати досягнуту якість під час обробки поверхні каменю в режимі реального часу за результатами багаторазових вимірювань величини миттєвих значень та амплітуди споживаного струму на різних стадіях шліфування. На рис. 4 представлено приклад результатів вимірювання миттєвих значень споживаного струму шліфувальним верстатом при різній якості обробки поверхні на відповідних стадіях шліфування.

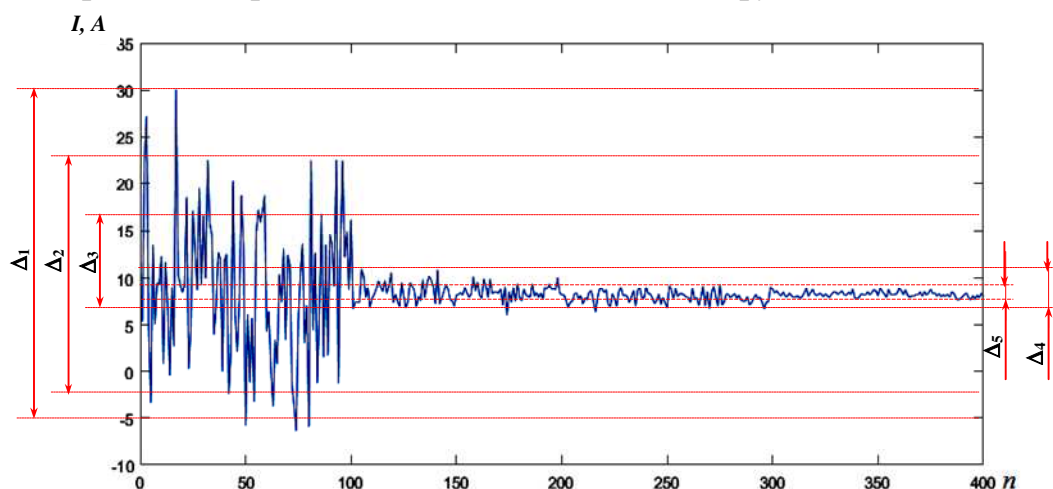


Рис. 4. Миттєві значення споживаного струму приводом головного руху верстату на різних етапах шліфування: Δ_1 – розкид миттєвих значень струму при грубому шліфуванні (обдиранні), Δ_2 – розкид миттєвих значень струму при середньому шліфуванні, Δ_3 – розкид миттєвих значень струму при тонкому шліфуванні, Δ_4 – розкид миттєвих значень струму при доводочному шліфуванні (лощинні) Δ_5 – розкид миттєвих значень струму при поліруванні

За критерій оцінки достовірності результатів роботи ШНМ прийнято середньо квадратичну похибку, величина якої не повинна перевищувати 0,05. Результати комп'ютерного моделювання роботи ШНМ вказують на її високу точність та швидкодію. Зокрема час оцінки якості для кожної стадії обробки поверхні каменю не перевищує 2 с, середня квадратична похибка не перевищує заданого значення 0,05.

Ключові слова: штучна нейронна мережа, якість обробки поверхні каменю, точність, швидкодія, автоматизована система.

Література

- [1]. О. Л. Гелета, І.А. Сергієнко, О.В. Горобчишин, «Оцінка блиску полірованої поверхні декоративного каміння», *Коштовне та декоративне каміння*, 2011, № 3, С. 12–15.
- [2]. В. В. Коробійчук, А. О. Криворучко, Н. С. Ремез, К. К. Ткачук, Р. В. Соболевський «Оцінка якості блочної сировини та облицювальної продукції з природного каменю», Ч.1: навч. посібник, Житомир: ЖДТУ, 2012, 188 с.

- [3]. А.Ю. Сазонов, І.Ю. Черепанська, С.В. Кальчук, О.М. Безвесільна, Ю.Б. Бродський, Спосіб визначення якості обробки поверхні каменю, Патент на винахід 121727; МПК: (2020.01) G01B 21/30 (2006.01), B28D 1/00, B24B 5/00., UA 121727 C2; заявл. 15.04.2019; надр. 10.07.2020, Бюл.№ 13

УДК 535.361: 620.186

**ЗАСТОСУВАННЯ ПКВМ-МІКРОКОНТРОЛЕРА PSoC5
У СЕНСОРІ ДИFUЗНОГО ВІДБИВАННЯ СВІТЛА
ДЛЯ ОЦІНКИ РОЗМІРУ КОРОЗІЙНИХ ЗЕРЕН**

Джала Р. М., Івасів І. Б., Червінка Л. Є., Червінка О. О.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, Львів, Україна

E-mail: dzhala.rm@gmail.com, igreg@ukr.net, luda.chervin@googlemail.com

Розглядається задача оцінювання характеристик корозійного ураження поверхні металу виду субміліметрових корозійних плямок, сформованих скупченнями продуктів корозії на елементах мікроструктури поверхні. Важливою є інформація як про загальну поверхневу концентрацію корозійних плямок, так і про середні розміри мікрозерен продуктів корозії всередині цих плямок, що дозволяє точніше оцінювати характер корозійних уражень та передбачати їх розвиток. Оцінювання вказаних характеристик пропонується здійснювати на основі сигналів сенсора дифузного відбивання світла [1], що дає можливість побудувати компактний переносний прилад для оперативного оцінювання ранніх стадій корозійного ураження конструкцій в польових умовах.

У такому приладі середні розміри зерен продуктів корозії оцінюються за допомогою розподілу на фотолінійці інтенсивності світла, дифузно відбитого вказаними корозійними дефектами поверхні металу. В загальному випадку це вимагає розв'язування складної оберненої задачі із застосуванням потужних обчислювальних ресурсів. Зокрема, у праці [1] розглядалося оцінювання розмірів мікродефектів на основі зворотного методу Монте-Карло, що полягав у мінімізації відхилення модельованого і виміряного сигналу в евклідовій метриці для випадкової марківської послідовності моделей розподілу мікродефектів. Крім того, розв'язок цієї задачі суттєво залежить і від похибок вимірювання.

Для зменшення потрібних обчислювальних ресурсів запропоновано розглядати інші інформативні параметри сигналу з відповідними метриками, що дає можливість застосувати простіші алгоритми розв'язування задачі оцінювання розмірів корозійних мікрозерен. Так, у [2] запропоновано оцінювати розміри мікрозерен за критерієм гладкості обвідної сигналу. В праці [3] запропоновано в якості метрики застосовувати різницю положень екстремумів обвідної сигналу, яка більш стійка до випадкового розташування корозійних плямок. Це дозволяє застосувати деякі простіші алгоритми машинного навчання з попереднім тренуванням (зокрема, регресійний аналіз, нейронні мережі чи кластеризацію у парі з методом опорних векторів), а в якості обчислювача для «тренуваних» алгоритмів – мікроконтролер.