

УДК: 621.9: 534.631:537.8

В.О. Слащук, О.О. Слащук, Ю.П. Заспа*Хмельницький національний університет***КОНТАКТНА ГЕНЕРАЦІЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ТА ВНУТРІШНІХ ХВИЛЬ В ПРОЦЕСІ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ СТАЛЕЙ**

В даній статті описується явище виникнення електромагнітного поля при контактній взаємодії в процесі токарної обробки магнітної та парамагнітної сталей. Пояснюється причина його появи та метод визначення в різних місцях матеріалу, що обробляється, кількома способами безпосередньо в процесі роботи в масштабі реального часу.

Ключові слова: контактна взаємодія, внутрішні хвилі, акустична емісія, електромагнітне поле.

В.О. Слащук, О.О. Слащук, Ю.П. Заспа*Хмельницький національний університет***КОНТАКТНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И ВНУТРЕННИХ ВОЛН В ПРОЦЕССЕ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЕЙ**

В данной статье описывается явление возникновения электромагнитного поля при контактном взаимодействии в процессе токарной обработки магнитной и парамагнитной сталей. Объясняется причина его возникновения и метод его определения в различных местах обрабатываемого материала, несколькими способами непосредственно в процессе работы в масштабе реального времени.

Ключевые слова: контактное взаимодействие, внутренние волны, акустическая эмиссия, электромагнитное поле.

V. Slashchuk, O. Slashchuk, Yu. Zaspа*Khmelnytskyi National University***CONTACT GENERATION OF ELECTROMAGNETIC FIELD AND INTERNAL WAVES IN TURNING OF STEEL**

In given article describes the phenomenon of the emergence of an electromagnetic field in contact interaction in turning of magnetic and paramagnetic steels. Showed the reason of its occurrence and the method of its determination in several ways of manufacturing process in real time.

Keywords: contact interaction, internal waves, acoustic emission, electromagnetic field.

Постановка проблеми. В процесі обробки деталей на токарному верстаті при контактній взаємодії поверхні, що обробляється, та ріжучого інструмента, виникають структурні зміни зони контакту, що пов'язані з пластичною деформацією металу, тепловими явищами, виникнення сил опору, зовнішнім тертям та виникненням власного електромагнітного поля.

Окремий інтерес представляє собою факт виявлення електромагнітного поля при контактній взаємодії пари металів, причини виникнення та спосіб його фіксації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вважається, що зміна магнітних властивостей речовин при нагріві в умовах тертя може проходити в тонких структурних складових на місцях фактичної площі контакту, де температури досягають відповідних значень [1]. Електромагнітні поля зазвичай визначають за рахунок магнітної проникності зразка в змінному зовнішньому електромагнітному полі. Це дозволяє визначити залежність між стійкістю і магнітною проникністю [2-4]. Також відомий спосіб визначення термомагнітних явищ в матеріалах, де відбувається побудова емпіричної залежності, по якій визначається величина електромагнітного поля [5,6]. Однак, вищезгадані способи дозволяють проводити виміри електромагнітного поля в статичному стані, але не дозволяють отримати достовірні данні в динаміці, обрахунки проводяться складними методами і розрахунковим шляхом, до того ж результати вимірювання вимагають значних витрат часу на обробку експериментальних даних. Процес різання переводить механічну систему в динамічний стан, що характеризується значним збільшенням температури.

Викладення основного матеріалу. Дослідження проводились та токарному верстаті "ИЖ ИИ 611П". У якості дослідних зразків використовувались феромагнітна та парамагнітна нержавіюча сталі (рисунок 1), обробка проводилась прохідним прямим різцем; характеристики який наведенні в таблиці 1.

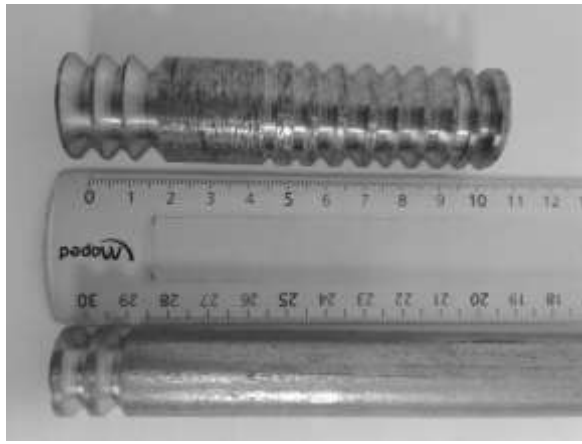


Рис. 1 Дослідні зразки:
- верхній - феромагнітна сталь 40X13;
- нижній парамагнітна сталь.

Таблиця 1.

	Феромагнітна сталь	Парамагнітна сталь	Різець
Марка	40X13		ВК 6
Діаметр прутка, мм	24	20	
Мікротвердість HV, кгс/мм ²	449±22	619±32	1245

Точіння проводилось з частотою 800 обертів за хвилину та ручною подачею різця. Одночасно з обробкою проводився запис звуку та виміри електромагнітного поля спеціалізованим пристроєм, безпосередньо в зоні контактної взаємодії. На рисунку 2 представлений процес проведення експерименту.

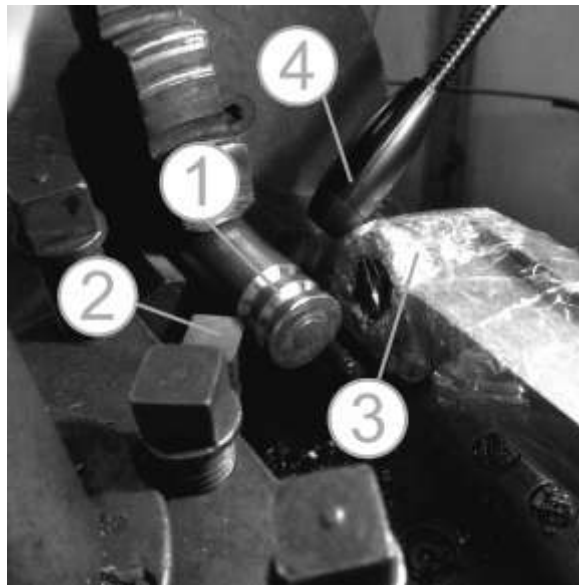


Рис. 2. Проведення експерименту:
1 – зразок, 2 – різець, 3 – детектор електромагнітного поля, 4 - мікрофон

Акустично-емісійний метод дозволив отримати акустограма та спектри частот процесу токарної обробки. Запис звуку проводився мікрофоном Media-techSFXmicrophoneMT383. Обробка даних здійснювалась програмою Audacity 2.0.4, результати показані на рисунках 3.

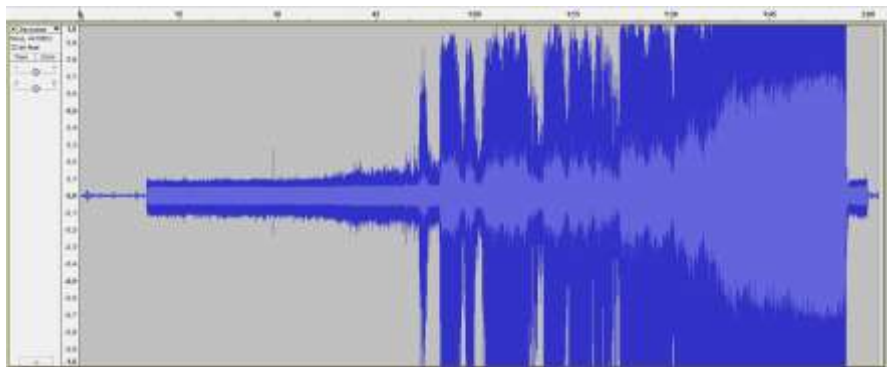


Рис. 3 а Акустограма точіння феромагнітної сталі

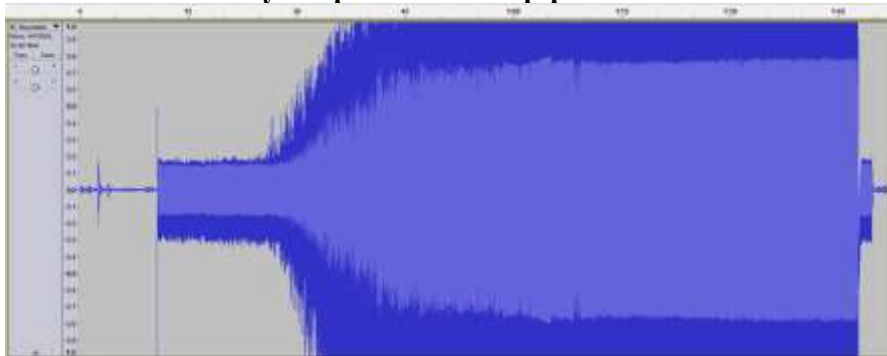


Рис. 3 б Акустограма точіння парамагнітної сталі

Реєстрація зміни електромагнітного поля проводилась за допомогою спеціалізованого пристрою, фотографії та загальна схема якого представлена на рисунку 4.

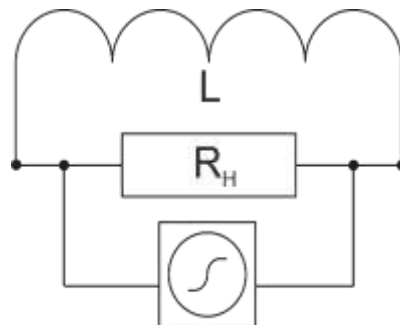
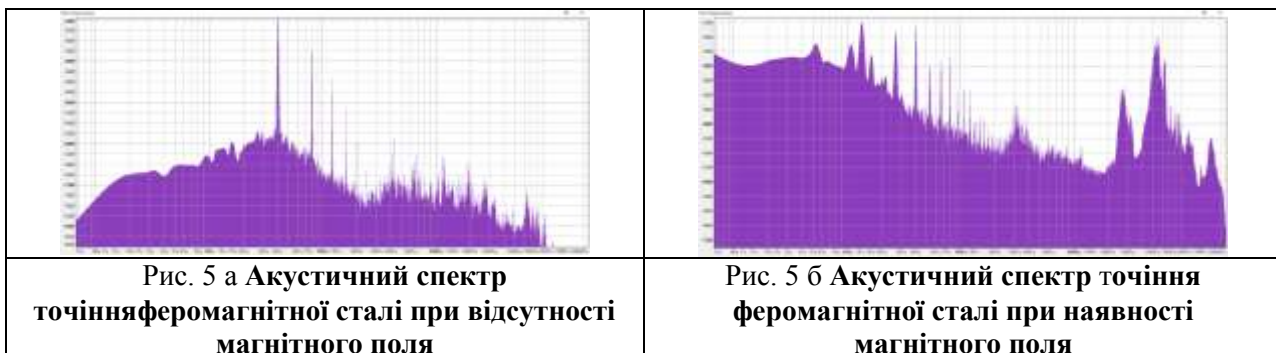


Рис. 4. Пристрій для реєстрації зміни магнітного поля

Пристрій складається з котушки індуктивності з L – кількістю витків 7000, товщина мідного дроту 0,13 мм, до якої паралельно припаяний опір R_H – 0,68 МОм. Виходи під'єднано до осцилографа С1-112, із заводською калібровкою, що була перевірена мережею струму 50 Гц.

На рисунку 5 показані акустичні спектри процесу точіння, з яких можна зробити висновок про їхній фрактальний характер. Спектр поділяється на низькочастотний, середньочастотний та високочастотний діапазони.





На рисунку 5 б, 5 г основною складовою височастотної частини акустичного спектру є частота 5,5 кГц, що також присутня на осцилограмах електромагнітного поля (рисунк 6).

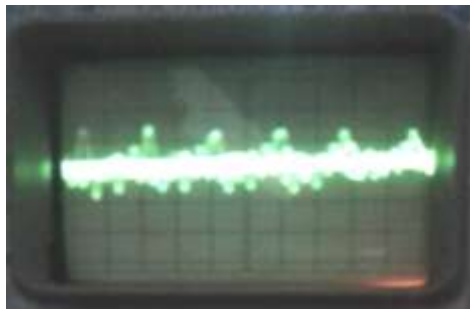


Рис. 6 а Типовий вигляд осцилограми електромагнітного поля при точінні ферромагнітної сталі

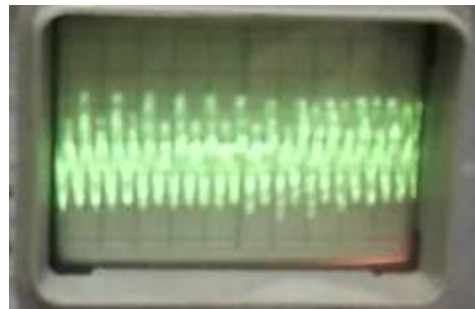


Рис. 6 б Типовий вигляд осцилограми електромагнітного поля при точінні парамагнітної сталі

Основною причиною виникнення електромагнітного поля є хвильове поле напружень та швидкостей, яке генерується при контактній взаємодії при збільшенні температури. Інтенсивність електромагнітного поля пропорційне мікротвердості матеріалу. При точінні парамагнітної сталі, твердість якої вища, спостерігалось сильніше електромагн поле.

Висновки. Присутність електромагнітного поля в процесі контактної взаємодії (обробки, точіння, різання) помилково пояснюють виникненням локальних термострумів [7], утворенням гальванічної пари. Таке твердження не відповідає дійсності. Виникнення електромагнітного поля при динамічній контактній взаємодії пояснюється різною ступінню когерентності електронів та іонів сталі.

Контактно згенероване хвильове поле напружень та швидкостей в матеріалі сталей формується іонною складовою металічної плазми. Електрони, що приблизно в 2000 разів легші нуклонів, характеризуються підвищеною (приблизно на 2 порядки величини) хаотичною тепловою компонентою поля швидкостей. Саме ця різниця в ступені когерентності іонної та електронної компоненти металічної плазми обумовлює контактну генерації змінного електромагнітного поля широкого діапазону частотного спектру в електрично нейтральному матеріалі сталей.

Список використаних джерел:

1. Свирид М. М. Моніторинг трибологічних властивостей сталі 3 в магнітному полі / М.М. Свирид, С.М. Занько, С.М. Задніпровська, В.І. Закієв // Фізика і хімія твердого тіла. Т. 10, № 1 (2009) С. 229-232.
2. Патент N 1511590, кл. С 01 В 7/18 от 11.10.89.
3. Патент N 1538027, кл.С 01 В5/20 от 07.12.89.
4. Патент а.с. N 1157401, кл. С 01 В3/58 от 13.09.83.
5. Бобровский З.А. Электродиффузионный износ инструмента. М. 1970, с. 47-48.
6. Свирид М. М. Моніторинг трибологічних параметрів парамагнітних матеріалів в умовах трибоелектрохімічного відновлення під дією магнітного поля / М.М.Свирид, С.М. Занько, В.В.Луб'яний, В.А.Тит, І.В.Морозов // Вісник національного університету України "КПІ" серія машинобудування, Київ, 2008. - вип. 55, с. 185-193.
7. Иванов С. В. Способ и методика определения локальных магнитных полей при резании металлов / С. В. Иванов, Ю. И. Сидякин // Прогрессивные технологии в машиностроении: меж-вуз. Сб. науч. тр./ ВолГТУ. – Волгоград, 2009. – Вып. 8(56) – С. 13-15.

Стаття надійшла до редакції 04.05.2017.