

6. Виключною є можливість нарізати РК-способом некруглі колеса з будь-якою формою ділильної поверхні, відмінної від колової. У наш час некруглі колеса застосовують у деяких механізмах, хвильових передачах, приводах швейних машин, помпах. До цього часу такі колеса отримували лише точним литвом, або вирізали на електроіскрових верстатах, оснащених ЧПК. РК-спосіб дає змогу виготовляти некруглі колеса будь-якого контуру методами різання, наданням керованого руху столу верстата, значно спростивши та здешевивши їх виготовлення. Отже, ця технологія створює умови для заміни складних механічних систем, які забезпечують нетривіальні закони руху кінцевої ланки механізму парою зубчастих коліс, які здатні виконувати таку ж функцію.

УДК 621.763

**Рудь В.Д., докт. техн. наук, професор**  
**Савюк І.В., молодший науковий співробітник**  
**Самчук Л.М., канд. техн. наук**  
**Повстяна Ю.С., канд. техн. наук**  
 Луцький національний технічний університет, iv.saviuk@gmail.com

### УТИЛІЗАЦІЯ ОКАЛИНИ КУВАЛЬНО-ШТАМПУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Утилізація промислових відходів займає вагоме місце при виборі напрямків наукових досліджень. За даними роботи [1] на металургійних підприємствах України накопичено 752,5 млн. т. залізовмісних відходів, щорічне утворення яких складає 70 млн. т. на рік., 10-12% яких припадає на окалину прокатного та штампувального виробництв. Окалина утворюється при гарячому деформування сталі та, як правило, складається з оксидів заліза FeO (вюстит), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (гематит), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (магнетит) масова частка яких складає 65-75% [2]. Перспективним методом утилізації окалини є використання її в якості основного компоненту екзотермічних сумішей. Для досліджень було обрано окалину сталі 18X2H4MA кувально-штампувального виробництва. Екзотермічна суміш готувалась з попередньо підготовлених порошків окалини, алюмінію, міді, селітри калієвої та легуючих елементів, феромарганцю та феросиліцію. В результаті спалювання запропонованої шихти було отримано злитки, масова частка заліза в яких 56-58%. З метою визначення хімічного складу матеріалу були проведені металографічні дослідження. На рисунку 1 наведена дифрактограма отриманого матеріалу.

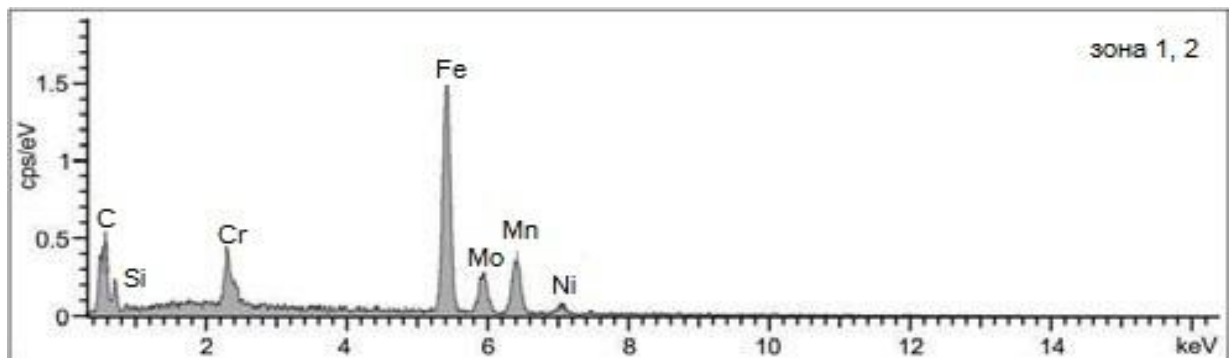


Рис. 1 – Дифрактограма отриманого матеріалу

Хімічний склад матеріалу (після спалювання) наведений у таблиці 1.

Таблиця 1. – Хімічний склад матеріалу

Зона зняття проби	Хімічний склад, %							
	C	Si	Cr	Fe	Mo	Mn	Ni	V
1	0,43	0,21	0,22	98,79	0,07	0,17	0,05	0,3

Наявність високого вмісту алюмінію пояснюється неповним розділенням металу та шлаку при проходженні екзотермічної реакції. Зосередження алюмінію переважає по краях матеріалу та позитивно впливає на корозійну стійкість та триботехнічні властивості. Ідентифікований ванадій імовірно утворюється з оксидів заліза так як він геохімічно наближений до Fe, Mn, Cr, Al, Ti. Присутність ванадію у кількості 0,2 % та більше підвищує стійкість сталі відпуску. Ванадієві сталі характеризуються підвищеною міцністю в нагрітому стані.

#### Список посилань

1. Копач П.І. Аналіз процесів відходоутворення на виробництвах гірничо-металургійного регіону / П.І. Копач, Д.В. Чілий // Екологія і природокористування. – № 15. – 2012. – с. 118-132.
2. Рудь В.Д. Аналіз кількості утворених відходів машинобудування та металургії на території України / В.Д. Рудь, І.В. Савюк, Л.М. Самчук, Ю.С. Повстяна // Вісник ТНТУ.– Вип. 3(79). – 2015. – С.130–136.

УДК 669.01:621.762:621.89:621.9.048

Роїк Т. А., докт. техн. наук, професор  
Віцюк Ю. Ю., канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», [iuvitsiuk@gmail.com](mailto:iuvitsiuk@gmail.com)

### Триботехнічні властивості деталей тертя для середньоважких умов експлуатації

Метою роботи є встановлення закономірностей впливу технологічних режимів синтезу на структуру і властивості деталей тертя на основі шліфувальних відходів кулькопідшипникової сталі ШХ15СГ з додаванням твердого мастила CaF<sub>2</sub> для середньоважких режимів експлуатації.

Деталі тертя на основі відходів сталі ШХ15С одержували методом порошкової металургії шляхом пресування та спікання, завдяки якому отримали металографічну структуру, що забезпечила високий комплекс триботехнічних властивостей [1, 2].

Легуючі елементи Si, Mn та Cr, що входять до складу матеріалу, здійснюють позитивний вплив на властивості металевої матриці і всього порошкового композиту з CaF<sub>2</sub> у цілому, що видно з табл. Триботехнічні властивості визначали на повітрі при швидкості ковзання 1 м/с при різних навантаженнях (2–8 МПа) та температурах до 400°C у парі з контртілом із сталі Р18 з твердістю 50–52 HRCe. Випробування проводились на високотемпературній машині тертя ВМТ–1 за схемою торцевого тертя ковзання.

Таблиця 1 – Властивості матеріалів на основі відходів сталі ШХ15СГ+CaF<sub>2</sub>

Склад, мас. %	Твердість, НВ, МПа	Ударна в'язкість, Дж/м <sup>2</sup>	Міцність при згині, МПа	Гранич. наванта- ження, МПа	Інтенсивність зношування, мкм/км, при t, °C			Коефіцієнт тертя, при t, °C		
					200	300	400	200	300	400
ШХ15СГ+(4–7)CaF <sub>2</sub>	660– 720	540–600	420–460	8,0	28– 31	27– 29	43– 46	0,14– 0,16	0,12– 0,14	0,14– 0,17
ЖГрЗМ15 [2, 6]	700	80–94	290–410	3,0	84	212	470	0,22	0,26	0,29

Дані таблиці 1 показують, що використання шліфувальних відходів сталі ШХ15СГ забезпечує надання матеріалу більш високих фізико-механічних властивостей. Це відбувається внаслідок позитивної дії додатково присутніх у твердому розчині легуючих елементів кремнію та марганцю. Кремній збільшує міцність фериту, сприяючи зростанню твердості, та значно підвищує жаростійкість матеріалу внаслідок зростання опору інтенсивному окисленню у атмосфері повітря при підвищених температурах, що