

УДК 621.998.77

В.Д. Рудь, І.В. Савюк, Л.М. Самчук, Ю.С. Повстяна

Луцький національний технічний університет

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ МАШИНОБУДУВАННЯ В ЯКОСТІ ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ**

*У статті проаналізовано методи та способи утилізації і переробки залізної окалини. Досліджено властивості окалини сталі 18Х2Н4МА кувално-штампувального виробництва ПАТ «Ковельсьільмаш», проведено експериментальне дослідження можливості використання окалини в якості основного компонента металотермічної шихти та визначено основні складники матеріалу отриманого в результаті металотермічної реакції*

*Ключові слова:* окалина, шихта, терміт, переробка, залізо

В.Д. Рудь, И.В. Савюк, Л.М. Самчук, Ю.С. Повстяная

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК**

*В статье проанализированы методы и способы утилизации и переработки железной окалины. Исследованы свойства окалины стали 18Х2Н4МА кузнечно-штамповочного производства ОАО «Ковельсельмаш», проведено экспериментальное исследование возможности использования окалины в качестве основного компонента металлотермитной шихты и определены основные составляющие материала полученного в результате металлотермитной реакции*

*Ключевые слова:* окалина, шихта, термит, переработка, железо

V. Rud', I. Saviuk, L. Samchuk, Y. Povstyana

**PERSPECTIVES OF WASTE ENGINEER AS A STARTING MATERIAL FOR MANUFACTURING STEEL CASTINGS**

*The article analyzes the methods and means of disposal and processing of iron scale. The properties 18H2N4MA scale steel forging, stamping production of "Kovelsilmash". The experimental research the possibility of using scale as a major component metaltermite charge and the main ingredients of material derived from metaltermite reaction*

*Keywords:* scale, blend, termite, refining, iron

Зменшення покладів залізної руди та водночас збільшення потреб у ній зумовлюють людство переглянути ставлення до переробки та повернення у виробництво відходів металургійного та механообробного виробництва, більшість з яких за вмістом корисних компонентів конкурентоспроможні з первинною сировиною та можуть бути використані в технологічних процесах.

Зазвичай, відходи металургійних та металообробних підприємств у відсотках розподіляються наступним чином [1]: шлаки — 57 – 63; мінеральні відходи (лом вогнетривів та вхідні компоненти) – 4 – 6; металобрухт – 15 – 17; пил, шлам, окалина – 9 – 13; інші – 2 – 4. Значна кількість шлаків у відходах металургійних та металообробних підприємств містить від 45% до 52% заліза, 6,0-9,5% вуглецю з невеликим вмістом цинку (0,5-4%). Цю сировину можна використовувати при агломерації та у конверторному виробництві сталі. Однак, 90% відходів після різних металургійних процесів складаються разом в одних шламонакопичувачах де вони зберігаються.

Особливої уваги в аспекті використання відходів заслуговує окалина кувално-штампувального виробництва, так звана суха окалина. Така окалина містить до 70 % заліза, в той час як залізна руда 45-60 %, що робить переробку окалини економічно вигідним [2]. Щорічно в Україні утворюється до 120 тис. тонн сухої окалини, з яких близько 10 % використовується у подальших технологічних процесах. Основним напрямком використання окалини є використання її в аглошихті доменного виробництва [3]. Таке використання окалини дозволяє підвищити продуктивність доменних печей за рахунок підігріву їх шляхом спалювання аглошихти з вмістом окалини. Широко використовуваний спосіб переробки окалини – брикетування [4-6]. Такий спосіб утилізації окалини дозволяє економічно утилізувати сировину, отримати сировину для доменного процесу та покращити екологічну ситуацію на підприємстві. Проте, навіть при такому застосуванні левова частка окалини іде у відходи.

Робота присвячена переробці окалини сталі 18Х2Н4МА кувално-штампувального виробництва ПАТ «Ковельсьільмаш» шляхом відновлення оксидів металів алюмінієм.

При алюмотермічному процесі проходить відома реакція [7]:



Процес протікає зі значним екзотермічним ефектом, температура реакції досягає 2700 °С, у результаті чого утворений шлак і оксид алюмінію розплавляються. Вихід чистого металу складає 55-65% від початкової маси суміші [7].

Первинна окалина - сіра залізовмісна речовина пластинчастої форми з гострими краями різного розміру, тому попередня її підготовка проводилась за технологією приведеною в праці [8], яка передбачає попереднє її просушування, подрібнення та розподіл часток окалини за розмірами.

Хімічний склад окалини сталі 18X2H4MA: 58-59% оксиду заліза, 40-48% залізо (ферит) і 1,5-2,0% оксиди легуючих елементів. Процес гарячої обробки сталі, що супроводжується утворенням окалини, короткочасний, і ферит не зазнавав внутрішнього окислення. Дифрактограма порошкової суміші окалини сталі 18X2H4MA наведена на рис.1.

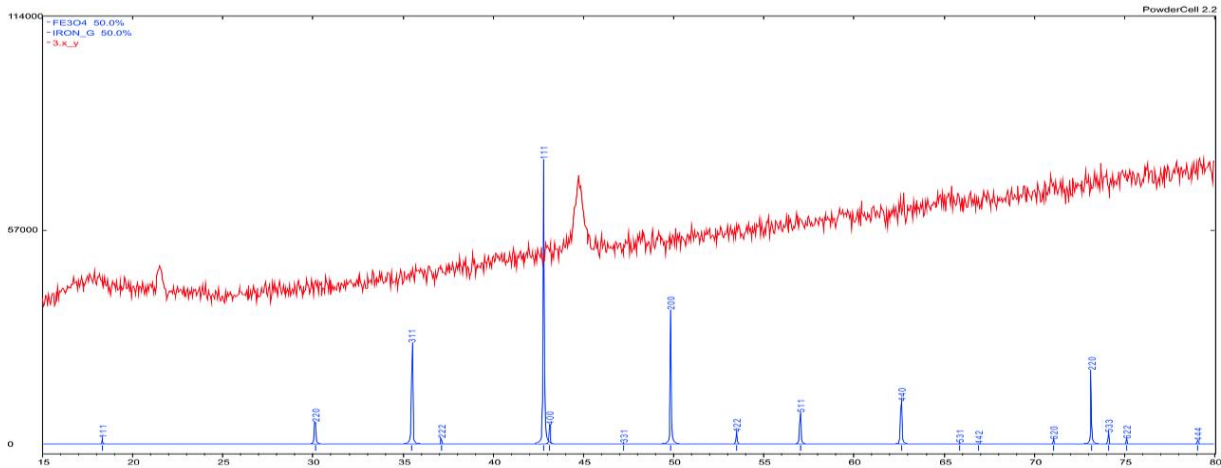


Рис.1. Дифрактограма порошкової суміші окалини сталі 18X2H4MA.

На дифрактограмі представлено 2 графіки: нижній – стандартний, вибирається із міжнародної бази даних відповідно до певного матеріалу, а верхній – відображає результати проведення аналізу даного. По осі X відображається кут повороту зразка 2θ, по Y – інтенсивність відбивання рентгенівського проміння зразком. Результати дослідження показали наявність оксиду заліза Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, що свідчить про придатність окалини для використання у термітних шихтах.

Алюмотермітна суміш готувалась з попередньо підготовленого порошку окалини фракцією 0,4-0,5 мм. та порошку алюмінію ПА-2 ГОСТ 6058-73 в пропорції 77:23 %. В якості запальної суміші використовувалась суміш порошоків BaO<sub>2</sub> та Al в пропорції 5:1. Спалювання суміші проводили у спеціально розробленому тиглі з вогнетривкої цегли. При згоранні шихти в насипному стані спостерігалось нерівномірне поширення хвилі горіння та недогорання часток окалини. На рис. 2 наведено фотографії отриманого матеріалу після спалювання суміші у насипному вигляді.

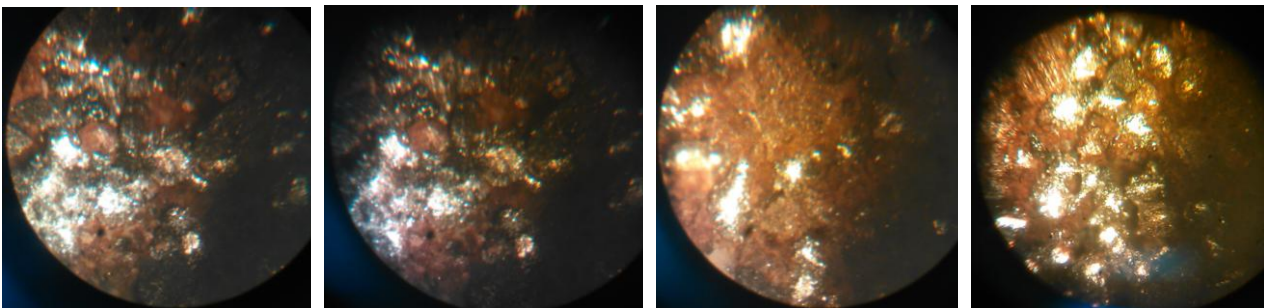


Рис. 2. – Фотографії матеріалу отриманого при спалюванні термітної суміші у насипному вигляді при збільшенні x 125

Як видно з рис. 2., коричневі включення в матеріалі – недогорівші частки окалини. Це явище пояснюється тим, що при змішуванні компонентів відбувався нерівномірний розподіл часток в суміші через велику різницю в атомних масах. Недогорання терміту також може спричинити недостатній зв'язок між компонентами шихти.

Тому, було прийнято рішення спресувати суміш у таблетки. Таке технічне рішення забезпечує більш тісний зв'язок між компонентами суміші, що в свою чергу суттєво впливає на проходження термітної реакції, скорочуючи час її проходження та призводить до повного згорання матеріалу

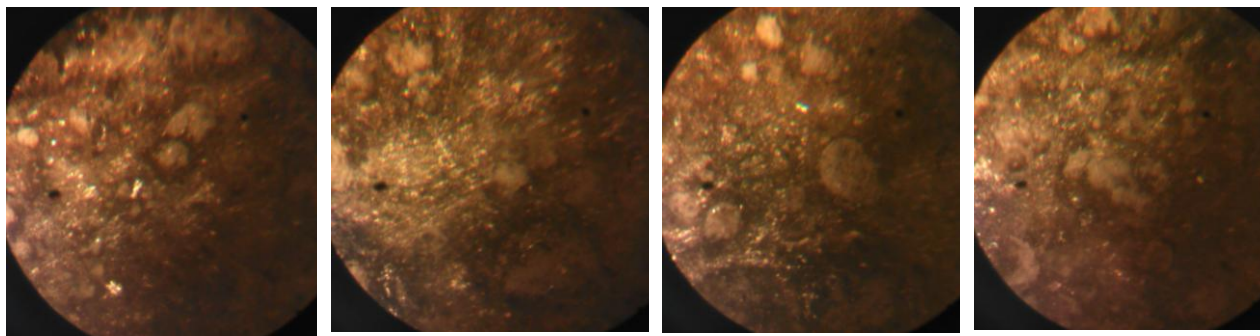


Рис. 3. – Фотографії матеріалу отриманого при спалюванні спресованої термітної суміші при збільшенні x 125

За рахунок покращення зв'язків між компонентами суміші кількість виходу чистого металу збільшилась з 51 до 63 % від загальної маси. Отриманий матеріал характеризується монолітною структурою, високою твердістю та міцністю. З метою визначення якості матеріалу На мікροаналізаторі РЭММА-102 проведено поелементний аналіз складу матеріалу, результати якого представлені у таблиці 1

Таблиця 1.

Хімічний склад отриманого матеріалу

№ зразка	Елемент, %							
	C	Si	Cr	Mo	Mn	Ni	Fe	Al
1	0,43	0,21	0,22	0,19	-	-	98,94	-
2	0,29	0,22	0,19	0,15	-	0,08	99,02	0,05
3	0,33	0,25	0,3	0,2	0,07	0,02	98,73	0,1
4	0,29	0,24	0,24	0,16	-	-	99,03	0,04

Як видно з таблиці 1, основним компонентом матеріалу є залізо. Матеріал за хімічним складом відповідає хромистій сталі 40X13. Зменшений вміст вуглецю позитивно впливає на механічні властивості матеріалу. Це пояснюється зменшенням кількості та покращенням форми вуглецю при одній і тій же структурі основної металічної маси. Перевага такого методу переробки окалини в тому, що при додаванні легуючих елементів в шихту можливо отримати матеріал з заданими хімічними та механічними властивостями [9,10]. Використання окалини в термітних шихтах дозволяє суттєво здешевити процес отримання термітних матеріалів та отримати дешевий метал з заданими хімічними та фізичними властивостями. Важливу роль при відновленні в нерухомому шарі грає режим нагріву і попередня підготовка шихти: ретельне змішування і дисперсність матеріалів. Подрібнення матеріалів і збільшення площі поверхні контакту при ретельному змішуванні зерен оксидів заліза і частинок алюмінію призводять до значного прискорення процесу відновлення

Отриманий злиток представлений на рис. 4



**Рис. 4 – Матеріал отриманий в результаті метало термітної реакції композиту  
окалина - алюміній**

Як показали дослідження в роботі [9] так звані термітні сталі мають хороші литтєві властивості, що дозволяє використовувати дану технологію для виготовлення виливків заданої форми безпосередньо на місці збору окалини.

Висновки. Як показали дослідження, використання в якості основного компоненту термітної шихти окалини сталі дозволяє отримувати матеріал з заданими хімічними та фізичними властивостями, при чому з порівняно низькими затратами на його отримання. при впровадженні запропонованої технології у виробництво можливо практично повністю повернути окалину кувальньо-штампувального виробництва у технологічні процеси.

#### Список використаних джерел:

1. Кріпак С.М. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук / Удосконалення технологічних процесів підготовки металургійної сировини з метою утилізації замасленої прокатної окалини, Дніпропетровськ, 2006. – 25 с.
2. Семиноженко В. П. Промышленные отходы: проблемы и решения / В. П. Семиноженко, Д. В. Сталинский, А. М. Касимов : монография. – Х. : Индустрия, 2011. – 544 с.
3. Сталинский Д.В. Переработка и возврат в производство замасленной окалины / Д.В. Сталинский, А.М. Касимов, А.З. Рыжавский, В.А. Бодштейн. Энерго и ресурсосбережение. Переработка отходов. Экология и промышленность №4, 2014. – с. 72 - 76.
4. И. П. Добровольский. Перспективная технология переработки шламов конверторного производства стали и замасленной окалины / П. Н. Рымарев. Вестник Челябинского государственного университета, (189). Экология. Природопользование № 8, 2010. с. 40–45.
5. Мироненко Ю.О. Удосконалення технології утилізації окалини на ТОВ «Лозівський кузнечно-механічний завод» / О.Ю. Мироненко, Т.С. Дитиненко. Физические и компьютерные технологии : труды 19-й междунар. науч.-практ. конф. – Х.: ГП ХМЗ «ФЭД», 2014. – с. 170-177.
6. Малашенкова А.В. Усовершенствование технологии подготовки и утилизации замасленной окалины прокатного производства. / Сталь. №8, - 2009.
7. Стеценко В.Ю. Метоллотермическая переработка стружки алюминиевых сплавов, окалины и доменного присада. / Литье и металлургия 3 (62), 2011. – с. 176-177.
8. Rud V.D., Research of dispersion degree of scale of die forging steel 18X2H4MA after fine crushing in tumbling mill / Povstiana Yu.S., Saviuk I.V., Samchuk L.M. Metallurgical and Mining Industry, № 2, 2016. с. 121-125.
9. Жигуц Ю.Ю. Службові властивості легованих чавунів, синтезованих комбінованими процесами / Лазар В.Ф. Науковий вісник Мукачівського державного університету, Журнал наукових праць №17 Природничі і технічні науки. (12) 2014, с. 5-11.
10. Ю.Ю.Жигуц / технология получения термитной стали марки 70Л. «МЕТАЛУРГІЯ». Випуск 1 (31), 2014. с. 49-53

Стаття надійшла до редакції 25.04.2016.