

## ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ЛИГАТУРЫ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Мезенцева И.А., Горбенко В.В., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

В статье показана необходимость утилизации отходов электроэрозионной обработки деталей из никелевых сплавов. Определены оптимальные условия переработки отходов путем углетермического восстановления. Определен размер ущерба от загрязнения земельных ресурсов данными промышленными отходами. Рассчитан экономический эффект от замены ферросплавов при микролегировании чугуна на полученную добавку. Показана возможность замены ферроникеля, применяемого при выплавке серого чугуна, комплексной лигатурой на основе никеля.

## OBTAINING OF COMPLEX IMPURITY FROM ENGINEERING INDUSTRY WASTES

Mezenceva I.O., Gorbenko V.V., NTU "KhPI", Kharkov, Ukraine

The article presents the necessity of utilization of wastes after electroerosional treatment of nickel alloys details. Defined are the optimal conditions of wastes recovery by means of carbon thermal reduction. Damage from pollution of land with the above-mentioned industrial waste is determined. Economical effect of substituting iron alloys for the additive obtained for micro-alloying of casts is calculated. The possibility of change iron nickel, used for gray cast iron melting, to complex alloyed impurity on nickel base are shown.

# ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ЛИГАТУРЫ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Мезенцева И.А., Горбенко В.В., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Технический прогресс обусловлен огромным техногенным воздействием на окружающую среду отходов, образованных в различных отраслях промышленности. Харьковский регион является одним из наиболее развитых промышленных комплексов Украины, поэтому проблема утилизации отходов является здесь весьма актуальной. На предприятиях машиностроительного комплекса распространенным методом обработки деталей из сложнолегированных сталей и сплавов является электроэрозионная обработка. Проведение технологических процессов с использованием электроэрозионной обработки неизбежно приводит к образованию отходов, содержащих значительное количество легирующих элементов. В состав данных отходов входят соединения никеля, хрома, вольфрама, молибдена, титана и др. В Украине практически нет сырьевой базы многих цветных металлов, а входящие в состав отходов металлы, такие как никель, хром, молибден, вольфрам, титан являются основными легирующими элементами в сталях и чугунах. Известно, что наиболее эффективным методом комплексного улучшения эксплуатационных характеристик железоуглеродистых сплавов является легирование.



Рис.1 Внешний вид отходов электроэрозионной обработки

Изучение отходов электроэрозионной обработки было проведено с помощью электронно-микроскопического, рентгенофазового, петрографического и дифференциально-термического анализов. На рис.1 приведен внешний вид отходов. Определено, что основными составляющими отходов электроэрозионной обработки являются оксиды NiO, CoO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MoO<sub>2</sub>, WO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> и твердые растворы металлов (таблица 1). Фазовый состав отходов электроэрозионной

обработки показал соотношение металлической и оксидной фазы, как 83 и 17% соответственно. Так как основная задача переработки состоит в наиболее полном восстановлении оксидов металлов, содержащихся в отходах электроэрозионной обработки, был предложен процесс углетермического восстановления отходов.

Таблица 1. Химический состав различных фаз  
отходов электроэрозионной обработки

Наименование образца	Массовая доля элементов, %							
	Ni	Co	Fe	Cr	Mo	W	Ti	O
В твердых отходах	57,48	6,78	6,86	13,48	6,67	3,57	1,38	3,78
В металличе- ской фазе	59,86	8,06	3,20	15,46	7,85	4,04	1,53	
В оксидной фазе	NiO	CoO	FeO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MoO <sub>2</sub>	WO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	
	59,4	0,47	29,26	5,63	1,92	2,06	1,26	

Получение из данных отходов комплексных легирующих добавок является весьма актуальной задачей, так как это позволит осуществить возврат ценных элементов в производство и снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Были установлены оптимальные параметры процесса восстановления отходов электроэрозионной обработки на основании дробного факторного эксперимента. В качестве факторов были выбраны: температура, время, количество восстановителя и толщина слоя измельченных отходов. Выход восстановленного металла, при оптимальных условиях проведения процесса, составляет 55% от массы шихты. Химический состав полученного комплексного сплава приведен в таблице 2.

Таблица 2. Химический состав полученного сплава.

Массовая доля элементов, %						
Ni	Cr	Fe	Mo	W	Ti	Co
60,85	14,04	7,45	6,74	4,06	1,02	5,84

Получение комплексной лигатуры из отходов электроэрозионной обработки путем восстановления было рассмотрено с термодинамической и кинетической

точки зрения, а также построена физико-химическая модель протекающих при данном процессе взаимодействий.

Целесообразность утилизации указанных отходов и применение продуктов переработки в качестве легирующей добавки подтверждаются эколого-экономическими расчетами.

Произведен расчет размера возмещения ущерба, обусловленного загрязнением и засорением земельных ресурсов в результате складирования окисленных никельсодержащих отходов на территории предприятия. В расчете были учтены различные показатели в соответствии с земельным кадастром Харьковского областного отдела земельных ресурсов. Размер возмещения ущерба предприятием за загрязнение территории площадью только лишь  $10\text{м}^2$  окисленными никельсодержащими отходами равен 8055 грн.

Определен также экономический эффект от использования комплексной лигатуры, вместо традиционно используемых ферросплавов при легировании серого чугуна. Расчет целесообразности применения полученной комплексной лигатуры производился в масштабах одного предприятия по производству чугуна (СЧ20) в объеме 5000 т/год и ограничивался одним годом. Экономический эффект составил 1 839 600 грн. Использование комплексной лигатуры позволит снизить себестоимость 1т чугуна на 8,2%. В условиях нестабильной экономической ситуации в стране, представленные расчеты являются ориентировочными в оценке определения экономической эффективности от замены ферросплавов на полученную комплексную добавку при легировании чугунов.

Было проведено опытно-промышленное микролегирование чугуна полученной комплексной лигатурой. Химический состав опытного (плавка №1) и базового (плавка №2) чугуна показан в таблице 3. После замены ферроникеля и частичной замены феррохрома на полученную лигатуру, при плавке чугуна марки СЧ20, был получен чугун со структурой подобной базовому чугуну с улучшенными механическими свойствами: предел прочности на растяжение и твердость увеличены на 12,5% на 5% соответственно. На шлифах видно, что введение комплексной лигатуры привело к изменению формы графита: графит стал более тонкопластинчатым и более равномерно распределенным по металлической матрице.

Таблица 3. Химический анализ чугуна марки СЧ20

Наименование элементов	Количество, % (пл. №1)	Количество, % (пл. №2)
Углерод	3,29	3,45
Кремний	2,28	2,25
Марганец	0,76	0,77
Фосфор, не более	0,062	0,081
Сера, не более	0,124	0,067
Хром	0,21	0,21
Никель	0,24	0,245
Титан	-	0,023
Вольфрам	-	0,016
Молибден	-	0,027



Рис.2. Микроструктура базового чугуна, плавка №1.  $\times 100$ ,  $\times 500$

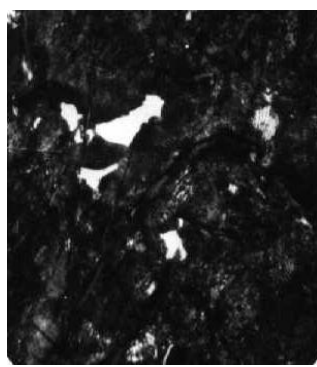
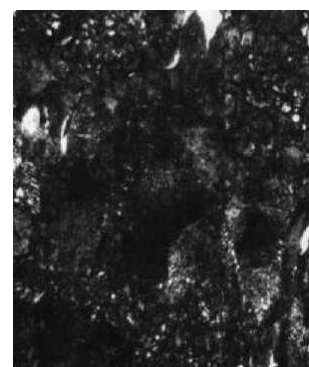


Рис.3. Микроструктура экспериментального чугуна, плавка №2.  $\times 100$ ,  $\times 500$



Таким образом, применение полученной комплексной лигатуры из отходов электроэрозионной обработки позволит снизить себестоимость чугуна, исключить складирование отходов на территориях предприятий, а также уменьшить вредное воздействие твердых отходов на окружающую природную среду.