



The influence of technological factors on degree of recovery of Ni out of dead catalysts containing about 20% of NiO is studied. It is determined that they can be used without enrichment for low alloying of iron-carbon alloys at casting in usual casting houses.

О. С. КОМАРОВ, И. Б. ПРОВОРОВА,
Н. И. УРБАНОВИЧ, В. И. ВОЛОСАТИКОВ, БНТУ

УДК 621.74; 699.131.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКЕЛЯ ИЗ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Расширение объема производства отливок из высококачественных сплавов требует привлечения в металлооборот дефицитных и дорогостоящих легирующих элементов в больших количествах. Это обуславливает необходимость разработки эффективных ресурсосберегающих технологий получения высококачественных сплавов. Для получения низколегированных сталей и высокохромистого чугуна, содержащего около 2% никеля, Беларусь импортирует до 400 т никеля. Вместе с тем на предприятиях нефтеперерабатывающей и химической промышленности РБ ежегодно собирается свыше 1000 т отходов катализаторов, содержащих от 5 до 50% ценных металлов (Ni, Mo, Cu, Cr, Zn и др.). Использование при производстве сплавов отработанных катализаторов позволяет экономить валюту за счет рециклинга металлов в промышленный оборот, а также уменьшает вредное воздействие отходов на окружающую среду.

В химической промышленности широко используются следующие никельсодержащие катализаторы [1]: ГИАП-8 (6%NiO, 94%Al₂O₃); ГИАП-16 (25%NiO, 57%Al₂O₃, 8%MgO, 9%CaO, 1%BaO); НКМ-4А (35%NiO, 55% Al₂O₃); ТО-2 (38% NiO, 12%Cr₂O₃, 44% Al₂O₃). Они могут быть использованы для легирования сплавов через шлаковую фазу [2], а также для получения ферроникеля в плазменных печах [3]. Для процессов, происходящих в плазменных печах, характерны неравновесные условия взаимодействия шлак-металл, которые обусловлены интенсивным динамическим перемешиванием фаз газовым потоком и высокой температурой шлака.

Целью исследования является изучение влияния технологических факторов на степень извлечения никеля из никельсодержащих отработанных катализаторов в условиях, характерных для плавки в печах, применяемых в литейных цехах Беларуси.

Проведена серия экспериментов, в которых плавку осуществляли в лабораторной селитровой печи. Масса одной плавки составляла 50 г. В качестве шлаковых материалов использовали отработанный никельсодержащий катализатор ГИАП-16 (21,3% NiO, 60,2% Al₂O₃, 12,6% CaO, 2,13% SiO₂, 3,94% прочих), известь, плавиковый шпат, электродный бой и ваграночный шлак (55% SiO₂, 25% CaO, 15% Al₂O₃, 5% прочих), которые предварительно прокалили и измельчили до размера частиц 0,1–2,0 мм. Указанные выше ингредиенты смешивали в расчетных пропорциях со стружкой серого чугуна и помещали в тигель (алундовый или кварцевый). Технология эксперимента включала загрузку тигля с навеской смеси в разогретую до заданной температуры печь, расплавление и выдержку расплава в течение определенного времени. После этого тигли извлекали из печи, охлаждали, а затем выполняли спектральный анализ химического состава сплава и шлака.

В процессе проведения лабораторных плавок изучали влияние различных технологических параметров (температуру процесса, время выдержки расплава в печи, содержание оксида никеля в шихте, основность шлака) на процентное извлечение никеля из отработанного катализатора.

На рис. 1 показано влияние температурного режима плавки на содержание никеля в слитке и степень его извлечения из отработанного катализатора. Плавку осуществляли в кварцевых тиглях, время выдержки тиглей в печи составило 20 мин. Шихта состояла из 40% отработанного катализатора, 40% чугунной стружки, 16,6% ваграночного шлака, 2% электродного боя, 0,8% извести и 0,6% плавикового шпата.

Анализ полученных результатов показывает, что повышение температуры способствует увеличению степени усвоения и содержания никеля в

слитке, но перегрев расплава выше 1450–1500 °С нецелесообразен. Такой температурный интервал легко достигается в электродуговых и индукционных печах.

Результаты экспериментов по изучению влияния времени плавки на степень извлечения никеля и его содержание в чугуне представлены на рис. 2. Состав шихты приведен выше, выдержку расплава в печи осуществляли при температуре 1450 °С.

Анализ полученных результатов показал, что максимальная степень извлечения никеля (75%) достигается при выдержке в течение 25 мин. Дальнейшее увеличение времени плавки приводит к снижению содержания никеля в слитке, что связано с его окислением и обратным переходом в шлак (см. таблицу).

На рис. 3 показаны экспериментальные результаты по изучению влияния количества оксида никеля в шихте на степень извлечения никеля и его содержания в слитке. Плавку осуществляли в кварцевых тиглях при температуре 1450 °С, время выдержки сплава в печи 25 мин.

По мере увеличения количества введенного в шлаковую фазу отработанного катализатора (в пересчете на NiO) возрастает степень из-

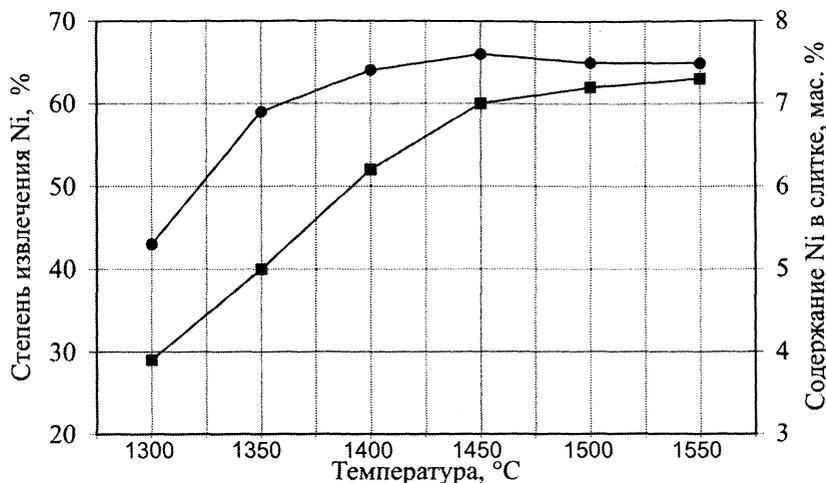


Рис. 1. Зависимость степени извлечения никеля из отработанного катализатора и содержания никеля в слитке от температуры процесса: ■ — степень извлечения никеля; ● — содержание никеля в слитке

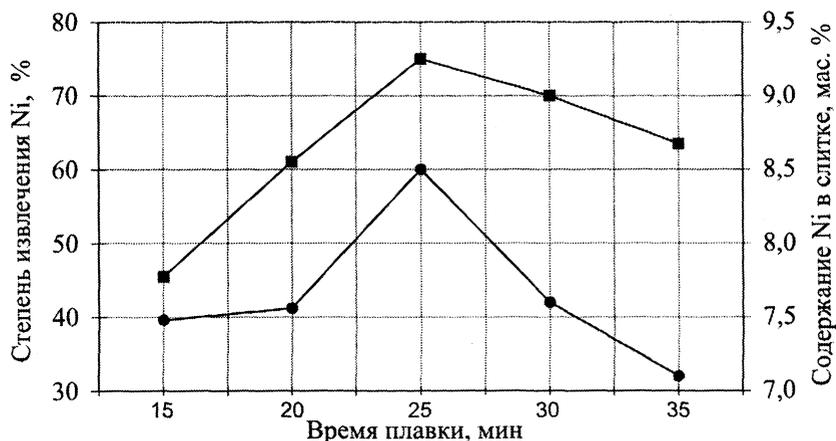


Рис. 2. Влияние времени плавки на степень извлечения никеля из отработанного катализатора и содержания никеля в слитке: ■ — степень извлечения никеля; ● — содержание никеля в слитке

Время плавки, мин	Химический состав слитка, %							
	Ni	C	Si	P	S	Cr	Mn	Fe
25	8,5	2,5	0,76	0,21	0,07	0,40	0,32	Ост.
35	7,1	2,5	0,63	0,23	0,08	0,38	0,41	Ост.

влечения никеля. После достижения содержания никеля в шихте 8,5% наблюдается обратная тенденция. Это объясняется тем, что по мере увеличения содержания катализатора в шихте растет количество вводимого Al_2O_3 , при этом вязкость шлака увеличивается, что затрудняет отделение металлических компонентов от шлака.

Исследуя влияние основности шлака на процесс восстановления оксида никеля из отработанного катализатора, изменяли соотношение CaO/SiO_2 в шлаке в пределах 0,8–4,0 путем увеличения содержания CaO и уменьшения количества ваграночного шлака. Так как температура плавления основного шлака выше, чем кислого, плавку вели

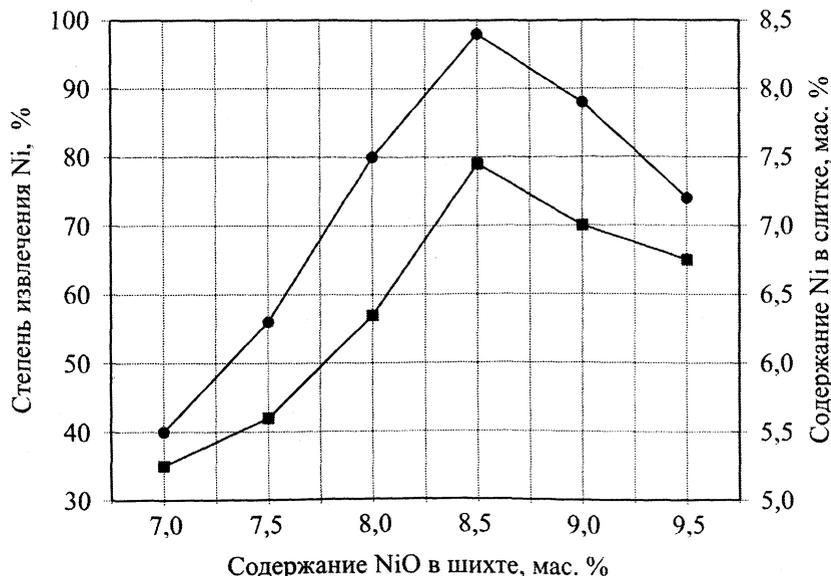


Рис. 3. Влияние содержания оксида никеля в шихте на степень извлечения никеля и его содержание в слитке: ■ — степень извлечения никеля; ● — содержание никеля в слитке

при температуре 1500 °С в течение 25 мин. Плавку образцов с кислым и нейтральным шлаком проводили в кварцевых тиглях, а с основным — в алундовых.

На рис. 4 приведены результаты по изучению основности шлака на степень извлечения никеля из отработанного катализатора и содержание никеля в слитке. Максимальная степень извлечения (91%) получена при основности шлака, равной 2. Превышение этого предела приводило к повышению вязкости шлака, что затрудняло седиментацию корольков восстановленного никеля и отрицательно сказывалось на его извлечении из шлака.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

- в условиях производства при наличии вагранок или электропечей можно с высокой эффективностью (степень извлечения свыше 90%) добиться низкого легирования литейных железоуглеродистых сплавов за счет использования отработанных катализаторов со средним содержанием NiO около 20% без предварительного их обогащения;
- для ускорения процесса перехода никеля из шлаковой фазы в расплав необходимо в состав шихты вводить ваграночный шлак, чугунную стружку и восстановители (C, Si, Mn), а основ-

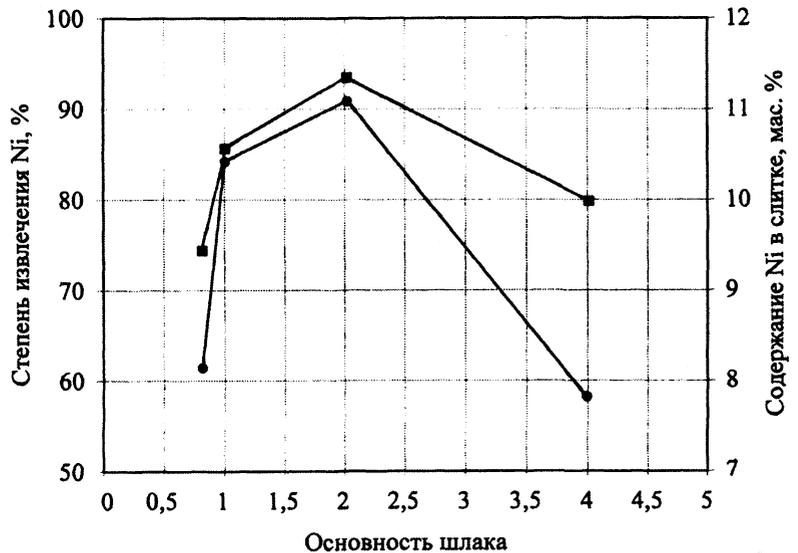


Рис. 4. Влияние основности шлака на степень извлечения никеля из отработанного катализатора и содержание никеля в слитке: ■ — степень извлечения никеля; ● — содержание никеля в слитке

ность шлаковой смеси поддерживать на уровне 1,5–2,0.

Литература

1. Катализаторы, применяемые в азотной промышленности. Каталог. Чебоксары, 1979.
2. Экономное легирование железоуглеродистых сплавов / С.Н.Леках, М.Н.Мартынюк, А.Г.Слущкий и др.; Под общ. ред. С.Н.Лекаха. Мн.: Навука і тэхніка, 1996.
3. Костяков В.Н., Найдек А.Л., Полетаев Е.Б. и др. Особенности технологии выплавки сплавов из отработанных никельсодержащих катализаторов // *Металлургия машиностроения*. 2002. №5. С. 3–4.