



The carried out series of experiments confirmed the technical reasonability of enrichment of exhaust nickel catalysts with the purpose of their further usage as nickel concentrates for alloying of casting alloys.

О. С. КОМАРОВ, Д. О. КОМАРОВ, В. И. ВОЛОСАТИКОВ, И. Б. ПРОВОРОВА, БНТУ

УДК 621.74; 699.13

ПОЛУЧЕНИЕ НИКЕЛЕВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ОТРАБОТАННЫХ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ НИКЕЛЯ

В настоящее время для легирования железуглеродистых сплавов в Республике Беларусь используется до 200 т никеля ежемесячно. С целью экономии валютных средств разработана технология легирования чугуна никелем путем использования в составе шихты никельсодержащих отработанных катализаторов с высоким содержанием (более 40%) оксида никеля [1]. Однако ежегодного накопления катализаторов с таким содержанием никеля явно недостаточно для удовлетворения нужд заводов Республики Беларусь.

На нефтегазоперерабатывающих заводах республики образуется около 200 т отработанных катализаторов (ОК) с низким содержанием (до 20%) NiO.

Сложность получения Ni из отработанных катализаторов с низким содержанием NiO заключается в том, что в состав катализатора в качестве основы входит оксид алюминия. Температура плавления Al_2O_3 , содержащегося в катализаторе в количестве более 80%, составляет 2300 °С. При легировании через шлаковую фазу с целью снижения температуры плавления до 1600 °С необходимо добавить такое же количество CaO и SiO_2 , что приведет к образованию большого количества шлака и затруднит ведение плавки. Исходя из сказанного выше, в НИИЛ НКМ БНТУ разработаны две схемы получения Ni из отработанных катализаторов: первый метод основан на химическом растворении Ni кислотой и последующим осаждением его щелочью или содой, второй – на растворении Ni в кислоте с последующим электролитическим осаждением на катоде.

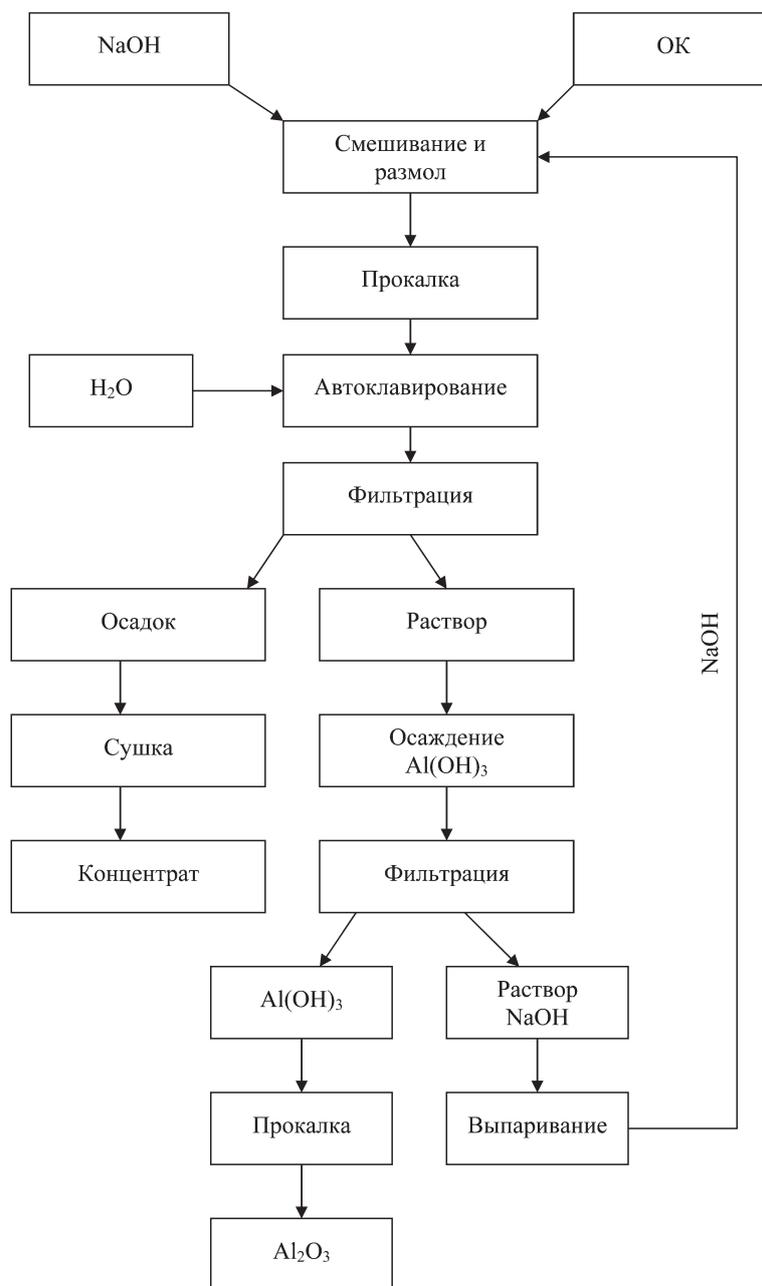
Обе технологии показали неудовлетворительные результаты в связи с частичным растворением Al_2O_3 , что препятствует осаждению Ni в процессе электролиза, и с неполным растворением никеля

в процессе выщелачивания. Кроме того, обе технологии связаны с использованием агрессивных сред и являются вредными производствами, что затрудняет освоение технологии и требует дорогостоящих средств защиты.

В литературе приведено несколько методов извлечения никеля из никельсодержащих ОК. Процесс, разработанный Ю. Хираяма [2], может быть использован для ОК, загрязненных органическими соединениями. ОК смешивают с флюсом (щелочь) и нагревают во вращающихся печах до 1000–1300 °С. Образующийся спек измельчают и отделяют никель на магнитном сепараторе. Данные о степени извлечения отсутствуют. Процесс, предложенный В. Д. Атчисоном [3], включает в себя приготовление смеси ОК и никелевой руды, плавление смеси, восстановление расплава и выделение никеля. Для условий Беларуси этот процесс неприемлем, так как здесь нет металлургических никелевых производств.

В соответствии с технологией аммиачного выщелачивания [1] руду измельчают и обрабатывают смесью аммиака и углекислоты. От полученного раствора аммиак отгоняют паром, пульпу отфильтровывают и прокаливают, в результате чего получают NiO. Данных по степени извлечения никеля не приводится и, кроме того, процесс основан на аммиачном выщелачивании, что создает дополнительные проблемы экологического характера.

Х. Цайрингер [4] предлагает совмещать процесс извлечения никеля из катализаторов, в которых носителем является Al_2O_3 , с производством абразивных материалов. Измельченный катализатор смешивается с восстанавливающими агентами и плавится в электропечах. Восстановленный металл собирается на подине печи, а расплав Al_2O_3 разливают в изложницы и после измельчения по-



Технология получения никелевого концентрата из ОК

лучают корунд, являющийся основой для производства абразивных материалов.

Наиболее рациональной представляется идея, основанная на известном методе производства алюминия на базе бокситов [5]. Этот метод предусматривает выщелачивание Al_2O_3 в автоклавах при температуре в $150\text{--}200\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении до 40 атм.

На имеющемся в распоряжении ГП «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник» автоклаве с максимальными параметрами давление 2 атм и $T = 125\text{ }^\circ\text{C}$ были проведены эксперименты по изучению возможности обогащения никелем отработанного катализатора путем выщелачивания Al_2O_3 .

Размолотый отработанный катализатор, содержащий $CaO - 10\%$, $NiO - 18\text{--}20\%$, $Al_2O_3 - 70\text{--}72\%$, смешивали со щелочью (NaOH) в пропорции 1:1, прокаливали при температуре $400\text{ }^\circ\text{C}$, заливали водой в объемном соотношении 1:4 [5] и помещали в автоклав, после чего смесь нагревали до $125\text{ }^\circ\text{C}$ под давлением 2 атм. Время выдержки изменяли от 1 до 4 ч. После выдержки в горячем состоянии пульпу фильтровали и промывали горячей водой на фильтре. Осадок высушивали и прокаливали при температуре $400\text{ }^\circ\text{C}$ с целью удаления воды. Химический анализ осадка, который приведен ниже,

Химические элементы	O	Ni	Al	Ca	C	Fe	Na
Содержание, мас.%	36	26,3	22	7,7	5	1,25	1,07

указывает на то, что в результате эксперимента произошло удаление большей части Al_2O_3 . Принимая во внимание первоначальный химический анализ ОК, массу исходной навески, количество никеля можно вычислять в исходном ОК. Сопоставив массу и химический анализ осадка, установили, что массовое количество Ni не изменилось в процессе обработки. Для уменьшения количества получаемых отходов и удешевления процесса выщелачивания никеля был проведен эксперимент по осаждению $Al(OH)_3$ из отфильтрованной жидкости. Для этого в жидкость в качестве затравки вводили порошок $Al(OH)_3$ в количестве 1% от массы раствора. Произошло осаждение белого порошка в растворе щелочи. После фильтрации осадок прокаливали при $T = 400\text{ }^\circ\text{C}$ и проводили его химический анализ. Результаты химического анализа приведены ниже.

Элемент	O	Al	Na	Si	Ca
Содержание, мас.%	Остальное	36	8	0,48	0,39

Количество других элементов незначительно. Химический анализ показал, что основным соединением осадка является Al_2O_3 . Наличие Na в осадке свидетельствует о том, что он был плохо промыт.

Таким образом, можно решить две задачи: возврат щелочного раствора на выщелачивание ОК и получение после отмывки Al_2O_3 промышленной чистоты.

Общая технологическая схема переработки ОК с низким содержанием никеля приведена на рисунке.

Для проверки возможности легирования чугуна смесью на основе обогащенного ОК проведен следующий эксперимент: 100 г полученного после автоклавирования осадка смешивали со 100 г ваграночного шлака и 10 г молотого углеродного боя. Полученной смесью подшихтовывали 1,5 кг лома серого чугуна и помещали тигель в печь, разогретую до $1450\text{ }^\circ\text{C}$. После расплавления и выдержки расплава в печи в течение 30 мин тигель доставали из печи и после охлаждения проводили химический анализ. Химический состав слитка приведен ниже.

Химические элементы	Ni	C	Si	Mn	P	S	F
Содержание, мас.%	2,78	3,2	2	0,51	0,2	0,13	Остальное

Эксперимент показал высокую (более 90%) степень усвоения Ni и возможность использования легирующей смеси на основе отработанных никельсодержащих катализаторов для нужд литейных цехов Республики Беларусь.

Серия описанных выше экспериментов подтвердила техническую целесообразность обогащения отработанных никелевых катализаторов с целью их дальнейшего использования в качестве никелевых концентратов для легирования литейных сплавов.

Усвоение никеля чугуном из смеси на основе концентрата, полученного из ОК с низким содержанием никеля, происходит так же, как и в случае использования ОК с высоким содержанием никеля [6].

Литература

1. Береговский В. И., Костяковский Б. Б. *Металлургия меди и никеля*. М.: *Металлургия*, 1972.
1. Пат. США № 4029495.
2. Пат. США № 4120698.
3. Пат. США № 4142871.
4. Масленицкий И. Н. и др. *Автоклавные процессы в цветной металлургии*. М.: *Металлургия*, 1969.
5. Комаров О. С., Проворова И. Б., Волосатиков В. И., Урбанович Н. И. и др. Ресурсосберегающая технология производства отливок из никельсодержащих чугунов // *Литье и металлургия*. 2008. № 2. С. 25–28.