

УДК 621,74; 699.131.7

Исследование кинетики легирования чугуна никелем через шлаковую фазу

Студенты гр. 104115 Иванченко В.А., Федоров А.Н.
Научный руководитель – Проворова И.Б.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

На предприятиях нефтеперерабатывающей и химической промышленности РБ ежегодно скапливается свыше 1000 тонн отходов катализаторов, содержащих от 5 до 50% ценных металлов (Ni, Mo, Cu, Cr, Zn и др.). Использование при производстве сплавов отработанных катализаторов позволит экономить валютные средства за счет рециклинга металлов в промышленный оборот, а также уменьшает вредное воздействие отходов на окружающую среду. В химической промышленности широко используются следующие никельсодержащие катализаторы: ГИАП – 8 (6% NiO, 94% Al₂O₃); ГИАП – 16 (25% NiO, 57% Al₂O₃, 8% MgO, 9% CaO, 1% BaO); НКМ – 4А (35% NiO, 55% Al₂O₃).

Целью исследования является изучение кинетики перехода никеля из шлаковой фазы в чугун. Для этого проведена серия экспериментов, в которых плавку осуществляли в лабораторной силитовой печи. В качестве шлаковых материалов использовали отработанный никель-хромовый катализатор (40%Ni), ваграночный шлак и плавиковый шпат. В кварцевые тигли помещали образцы чугуна, содержащего (% по массе) 3,45 С, 0,18 Ni, 0,29 Cr. Шлаковые материалы, смешанные в расчетных пропорциях, (2,5% отработанного катализатора, 5,4% ваграночного шлака, 0,7% плавикового шпата от массы образца чугуна) загружали сверху, после чего тигли устанавливали в разогретую до температуры 1450°C печь и выдерживали в течение 5, 10, 15 или 20 мин после окончания плавления чугуна в тигле. После выдержки в печи тигли извлекали, охлаждали, а затем проводили химический анализ сплава и шлака на содержание никеля в различных по высоте участках.

В процессе проведения лабораторных плавок изучали влияние времени выдержки расплава в печи и технологию введения в шихту восстановителей на переход никеля из шлака в металл.

Анализ полученных результатов показывает, что увеличение времени выдержки до 15 минут даст рост концентрации никеля в образце. Дальнейшая выдержка расплава под шлаком приводит к обратному процессу в ходе которого, никель окисляется на поверхности шлака кислородом атмосферы и происходит его переход из металла в шлак.

Для восстановления никеля из оксида необходима диффузия оксида к границе шлак – металл и встречная диффузия восстановителя. Известно, что диффузионные процессы протекают медленно. С целью изучения возможности ускорения восстановления никеля проведена серия опытов по технологии введения восстановителей. Оксид никеля смешивался с компонентами шлакообразующей смеси и восстановителями: (% от массы отработанного катализатора) 10,7 электродного боя, 10,5 FeSi и 80 чугунной стружки с 10,5 электродного боя. Время выдержки расплава в печи во всех случаях было одинаковым (5 мин).

Анализ полученных результатов показывает, что введение восстановителей в состав шлаковой смеси приводит к ускорению перехода никеля из шлака в металл. Использование чугунной стружки позволяет наиболее эффективно восстановить никель и осуществить его переход из шлаковой фазы в металл. Это связано с уменьшением расстояния диффузии. Вместо диффузии к границе шлак – металл происходит диффузия к границе шлак – капли расплавленного в шлаке чугуна и дальнейшая седиментация капель с растворенным никелем в расплав.

Таким образом, установлено, что время выдержки расплава под слоем шлака существенно влияет на степень извлечения никеля из никельсодержащих отходов. Превышение оптимально необходимой выдержки, зависящей от температуры и состава шлака, приводит к обратному переходу никеля из металла в шлак. Показано, что проведение процесса восстановления в шлаке и, особенно, в присутствии капель чугуна обеспечивает ускорение восстановления никеля из оксида и его переход из шлака в расплав чугуна.