



The article is dedicated to the practical foundation of combined resources-economy technologies of the alloyed cast iron melting using wastes of galvanic productions, containing sulfates and hydroxides of these metals, instead of metallic nickel and copper.

*В. Л. ТРИБУШЕВСКИЙ, С. Л. РИМОШЕВСКИЙ, А. С. ПАНАСЮГИН,
Д. Э. ИВАНОВ, Л. В. ТРИБУШЕВСКИЙ, Д. П. МИХАЛАП, БНТУ*

УДК 621.74

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ РЕСУРСОВ МЕТАЛЛОВ (Cu, Ni) ДЛЯ ЛЕГИРОВАНИЯ ЧУГУНОВ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Железоуглеродистые сплавы, в частности чугуны, являются наиболее распространенными конструкционными материалами и составляют основу всех современных машин и механизмов. В связи с возрастающими требованиями к надежности, повышением удельной энергонасыщенности техники и одновременным снижением их материалоемкости ужесточаются и повышаются требования к эксплуатационным характеристикам чугунов. Варьирование содержания основных компонентов (углерод, кремний и марганец) позволяет получать определенные технологические и служебные свойства железоуглеродистых сплавов за счет количественных изменений в соотношении структурных составляющих сплавов в литом и термообработанном состояниях, например, количество включений графита в чугунах. Одним из наиболее эффективных методов дальнейшего комплексного улучшения эксплуатационных характеристик чугунов за счет одновременного воздействия на внутреннее строение и свойства фаз, их соотношение является легирование такими цветными металлами, как медь и никель. Это позволяет без весомых капитальных затрат оказывать значительное воздействие на потребительские свойства железоуглеродистых сплавов.

Вместе с тем, несмотря на явные преимущества данного направления (совершенствование качества выпускаемого чугунного литья), расширение объемов производства легированных чугунов сдерживается экономическими и ресурсными факторами, роль которых особенно ощутима в настоящее время. Несмотря на значительные запасы меди и никеля вследствие их низкого содержания в исходных рудных минералах, резко возросли материальные и энергетические затраты на их извлечение и получение кондиционных легирующих материалов, что с каждым годом повышает соответственно их стоимость. С другой стороны, потребителями этих металлов являются не

только металлургия и литейное производство, но и другие области техники и технологии, в частности электротехника и электроника, где образуются отходы в виде гальваношламов, в состав которых входят в значительных количествах медь и никель.

Авторы настоящей работы выполнили анализ потребления вышеназванных элементов и образования отходов с их содержанием в различных гальванических производствах, что позволило установить ряд отходов, содержащих перспективные для легирования чугунов элементы. Безусловно, по физическим и металлургическим свойствам отходы, содержащие Cu и Ni, существенно отличаются от традиционных ферросплавов, лигатур и чистых металлов, применяемых для легирования чугунов. Как правило, в них цветные металлы находятся в сульфатной и гидроксидной форме, они имеют дисперсный фракционный состав и содержат определенное количество посторонних инертных, а иногда и вредных примесей.

В работах, выполненных в БНТУ [1–5], показана возможность реализации совмещенных технологий выплавки и восстановления цветных металлов из оксидов. Углерод, кремний, а в ряде случаев и марганец, находящиеся в чугунных расплавах, способны достаточно глубоко и полно восстанавливать оксиды цветных металлов. Это позволяет использовать для легирования более дешевые и доступные отходы смежных с металлургией производств, которыми являются шламы гальванического производства.

Рассматривая технологические возможности различных металлургических агрегатов, применяемых при выплавке чугунов, предпочтение для реализации совмещенных технологий получения легированных сплавов, предполагающих извлечение легирующих элементов из отходов, следует отдать электропечам.

Все образующиеся на территории Республики Беларусь гальваношламы имеют высокую степень оводненности (от 30 до 90% влаги), что предполагает осуществление определенных первичных операций по подготовке данных отходов к дальнейшей переработке в лигатуры.

Основную массу промывных сточных вод дают технологические линии очистки травильных сточных вод металлургических и метизных заводов, занятых переработкой стали. Именно они сбрасывают основную массу этого вида сточных вод. Стоки этих заводов обладают весьма специфическими особенностями, присущими травильным сточным водам других производств.

Цель поверхностной обработки стальных изделий — удаление с их поверхности оксидов (окалины, ржавчины) и остатков масел, образовавшихся в процессе прокатки, волочения, прессования и других операций.

Попадание отработанных растворов в промывные воды усложняет обработку, усугубляя неравномерность концентрации загрязнений. Количество промывных вод значительно и в зависимости от вида отработанных изделий изменяется в широких пределах, например, на 1 т изделий образуется следующее количество сточных вод: листовая сталь — 2,5–8,5 м³, стальные трубы — 2–30, стальные прутки — 0,4 м³, промывочные воды содержат 0,5–5,0 г/л кислоты; 0,5–8,0 г/л солей железа и до 300 мг/л взвешенных частиц (окалина, песок и другие механические примеси).

Проведя анализ химического состава основной массы гальванических шламов, можно сделать вывод о применении технологии подготовки их к использованию в качестве исходного сырья для производства лигатур. Данной технологией является используемый в медной промышленности окислительный обжиг, применяемый обычно для высокосернистых, обедненных по содержанию меди руд (содержание серы в шламах 10–30%) [6]. Цель окислительного обжига — удаление влаги из обрабатываемых шламов путем постепенного повышения температуры 150°C в процессе прохождения через трубчатую вращающуюся печь (потеря влаги от 20 до 70%), а также частичное удаление серы и перевод гидроксидов в оксидную форму.

В процессе прохождения участка вращающейся печи с температурой обработки от 200 до 750°C происходит потеря структурной воды (от 10 до 30%). В процессе окислительного обжига возможно также частичное разложение карбонатов, присутствующих в гальваношламах.

При обжиге различных видов гальваношламов наряду с потерей массы (удаление влаги) происходит повышение концентрации полезных для изготовления лигатур металлов.

Следующим этапом изготовления лигатур на основе обожженного остатка является введение в состав смеси полезных элементов, эффективных восстановителей, имеющих большее сродство к кислороду, чем медь и никель, а также связывающих серу и приведение мелкодисперсной смеси в определенный гранулометрический состав, который применяется для каждого плавильного агрегата в отдельности.

После проведения подготовки шламов и ввода в их состав элементов, способствующих восстановлению полезных металлов, немаловажным фактором служит разработка совмещенной технологии плавки и легирования чугуна, которая позволит активизировать реакции взаимодействия оксидов цветных металлов с активными элементами расплава.

Следует отметить, что в зависимости от вида и количества оксидов, содержащихся в лигатуре, а также концентрации активных элементов в расплаве параллельно может протекать ряд реакций, ускоряющих или замедляющих процесс перехода (восстановления) легирующих элементов в расплав.

Настоящая работа посвящена практическим основам совмещенных ресурсосберегающих технологий выплавки легированных чугунов с использованием вместо металлических никеля и меди отходов гальванических производств, содержащих сульфаты и гидроксиды данных металлов. Получение максимального эффекта от применения ресурсосберегающих методов выплавки легированных сплавов, в частности чугунов, также связано с необходимостью совершенствования химических составов и технологии получения конкретных отливок, а в некоторых случаях и их конструкций.

Литература

1. Лекаx С.Н. Ресурсосберегающие технологии получения высококачественных чугунов для машиностроительных отливоx. Мн., 1991.
2. Лекаx С.Н., Трибушевский В.Л., Слуцкий А.Г. Анализ процесса восстановления из шлака оксидов легирующих элементов при плавке чугуна // *Металлургия*. Мн., 1985. Вып. 19. С. 54–55.
3. Лекаx С.Н., Трибушевский В.Л., Слуцкий А.Г. Легирование чугуна из шлаковой фазы // *Литейное производство*. 1985. № 10. С. 23–24.
4. Худокормов Д.Н., Лекаx С.Н., Трибушевский В.Л. и др. // Производство низколегированных чугунов с использованием вторичных материалов, содержащих оксиды цветных металлов // Новые высокопроизводительные технологические процессы, высококачественные сплавы и оборудование в литейном производстве: Тез. докл. VII Всесоюз. конф. Каунас, 1986.
5. Лекаx С.Н. Технология получения железоуглеродистых сплавов с использованием отходов производств // *Литейное производство*. 1993. № 5. С. 16–17.
6. Уткин Н.И. // Производство цветных металлов. М.: Интернет Инжиниринг, 2000.