

Наприклад, при почерговій прокатці 2-х свинцевих заготовок перетином $h \times b = 5,0 \times 32,0$ мм за 1 і 2 пропуски з однаковим відносним обтисканням 78 % в умовах лабораторного стану 125 кафедри обробки металів тиском Державного вищого навчального закладу «Приазовський державний технічний університет» отримали, що потужність деформації за 1 пропуск в насічених валках складає 0,0588 кВт, а за 2 пропуски (1 пропуск здійснено в насічених валках, а інший – в шліфованих) - 0,0453 кВт (зниження потужності деформації за рахунок змінення умов останньої дорівнює 26%).

Також слід зазначити, що установка в кліті прокатно-дресировального стану гідравлічних натискних механізмів, а також подача в осередок деформації технологічного мастила дозволять покращити показники якості холоднокатаних штаб.

Впровадження нової технології скоротить енерговитрати виробництва холоднокатаної сталі на (1-1,5)%, підвищить якість продукції та дозволить цілком використовувати проектну потужність дресировального стану.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Запропоновано в умовах ЦХП ПАТ «ММК ім. Ілліча» дресировальний стан використовувати як прокатно-дресировальний. На основі математичного моделювання енергосилових параметрів процесу деформації металу на цьому стані обґрунтована можливість холодної прокатки за 1 пропуск наклепаних штаб розміром $h \times B = 0,38 \times 1020$ мм із сталі 08 кп з максимальним відносним обтисканням (5-10)% і швидкістю прокатки 5 м/с. Показано, що за рахунок використання дресировального стану як прокатно-дресировального можливо розширити сортамент, підвищити показники якості холоднокатаних відносно тонких сталевих штаб та скоротити витрати енергії на пластичну деформацію металу в умовах ЦХП ПАТ «ММК ім. Ілліча».

Список літератури

1. Коновалов Ю.В. Справочник прокатчика. Справочное издание в 2-х книгах. Книга 2. Производство холоднокатаных листов и полос / Ю. В. Коновалов. – М. : Теплотехник, 2008. – 669 с.
 2. Управление качеством тонколистового проката / В.Л. Мазур, А. М. Сафьян, И. Ю. Приходько, А. И. Яценко. – К. : Техника, 1997. – 384 с.
 3. Гарбер Э.А. Производство проката : Справочное издание. Том I. Книга 1. Производство холоднокатаных полос и листов (сортамент, теория, технология, оборудование) / Э.А. Гарбер. – М. : Теплотехник, 2007. – 368 с.
 4. Николаев В.А. Холодная прокатка полос : Учеб. пособие для вузов / В. А. Николаев. - Запорожье : Изд-во ЗГИА, 2004 - 130 с.
 5. Технология прокатного производства : учеб. для вузов / А.П. Грудев, Л.Ф. Машкин, М.И. Ханнин – М. : Металлургия, 1994. – 656 с.
 6. Технология прокатного производства : справочник. В 2-х книгах. Книга 2 / Под ред. В.И. Зюзина и А.В. Третьякова. - М. : Металлургия, 1991 - 423 с.
 7. Сердюк А.И. Определение энергосиловых параметров холодной прокатки тонколистовой стали / А.И. Сердюк, А.Г. Присяжный // Фундаментальные и прикладные проблемы модернизации современного машиностроения и металлургии : Сб. науч. трудов междунар. науч.-техн. конф., посвященной 50-летию кафедры технологии машиностроения ЛГТУ. 17-19 мая 2012 г. – Ч. 2. – Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2012. – С. 285-289.
 8. Прокатные станы. Справочник в 3-х томах. Т. 3. Листопрокатные станы и профилегибочные агрегаты / В.Г. Антипин, Д.К. Нестеров, В.Г. Кизиев [и др.] – М. : Металлургия, 1992. – 428 с.
- Рукопис подано до редакції 12.02.14

УДК 669.162

В.В. ТКАЧ, канд.техн.наук, проф., Д.Ю. БАБОШКО, аспирант
Криворожский национальный университет

ПОЛУЧЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ЧУГУНА И ШЛАКА ИЗ ТИТАНОМАГНЕТИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА НА КОЛЬЦЕВОЙ ПЕЧИ С ВРАЩАЮЩИМСЯ ПОДОМ

Рассматривается возможность способа восстановления титаномагнетитового концентрата на кольцевой печи с вращающимся подом, с дальнейшим качественным механическим разделением на металлическую и шлаковую часть.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Украина входит в пятерку крупнейших стран производителей титаносодержащих концентратов в мире. В стране с той или

иной степенью детальности, разведано 26 месторождений титановых руд с запасами находящимися на государственном балансе и балансе горнодобывающих предприятий. Кроме того, еще 48 месторождений, запасы и ресурсы титана которых оценены предварительно. На сегодняшний день, промышленными источниками титанового сырья являются месторождения, содержащие ильменит, рутил, лейкоксен и анатаз. Львиная (около 90%) часть ильменитовых, лейкоксеновых и рутиловых концентратов используются для производства диоксида титана. Из ильменитовых концентратов получают синтетический рутил и титановые шлаки, которые можно использовать как для производства губчатого титана, так и диоксида титана. На производство металлического титана используется 7-10% сырья. Широкие области применения диоксида титана позволяют говорить о том, что потребности промышленности в этом продукте достаточно велики.

Также еще одним из перспективных источников получения титаносодержащего сырья могут послужить титаномагнетитовые руды [1]. Такие руды при их комплексной переработке могут стать дополнительным источником диоксида титана и железорудного сырья для черной металлургии. Комплексная переработка титаномагнетитового сырья, с извлечением всех основных элементов должна быть экономически целесообразна.

Анализ исследований и публикаций. Одна из технологий переработки титаномагнетитовых концентратов предусматривает проведение восстановительной плавки в доменных печах. При наличии в титаномагнетитовых рудах оксида титана выше 4 %, возникают трудности в доменном процессе. Они связаны с образованием тугоплавких соединений титана в результате восстановления твердым углеродом. Это в свою очередь приводит к ряду негативных явлений в доменном процессе: образуются густые шлаки, ухудшается дренаж продуктов плавки в горне, требуется увеличение температуры, повышаются потери железа со шлаком.

Применяемый нами титаномагнетитовый концентрат является непригодным для доменной плавки из-за высокого содержания в нем оксида титана.

По этому поводу можно процитировать высказывание академика Павлова М.А.: “Так гладко, как обычные руды, титаномагнетиты плавиться не будут – это нужно признать заранее”.

Над решением усовершенствования технологии переработки титаномагнетитовых руд, направлены исследовательские работы Резниченко В. А., Карязина И. А., Садыхова Г. Б., Асанова А. В., Майорова Л. А. и др. Ими предлагаются комплексные технологические схемы переработки титаномагнетитовых и ильменитовых концентратов из руд ряда месторождений, которые предусматривают частичное предварительное восстановление железа в трубчатой печи, проплавку в рудотермических электропечах с получением ванадиевого чугуна и титанового шлака, пригодного для последующего извлечения титана и ванадия[2].

Из всех существующих на данный момент технологий переработки титаномагнетитовых концентратов наиболее значимой является пирометаллургическая комплексная схема двухстадийного восстановления, разработана специалистами ИМЕТ РАН. Извлечение железа в чугун не превышает 92%, а титановый шлак содержит до 67,3 % TiO_2 . Основным ее недостатком является то, что на электроплавку направляется весь объем частично восстановленного продукта включающий не только шлаковую, но и металлическую фракцию[3]. Это сопровождается избыточным расходом электроэнергии и приводит к неэффективному разделению продуктов.

Постановка задачи. Вопросы комплексного использования природных ресурсов с применением энергосберегающих безотходных технологий на данный момент очень актуальны. Поэтому исследование способа переработки титаномагнетитового концентрата с последующим извлечением из него железа и титанового шлака простым и энергетически экономным методом является перспективным в металлургической отрасли.

Изложение материала. Для проведения экспериментальных исследований комплексной переработки был использован титаномагнетитовый концентрат Кропивенского месторождения, который имел следующий химический состав: 22,03 % TiO_2 , 51,99 % $Fe_{общ.}$, 0,516 % V_2O_5 , 0,49 % P_2O_5 и 1,2 % S. Содержание в нем около 0,5% оксида ванадия повышает его промышленную ценность. Основными минералами, содержащими железо и титан, являются титаномагнетит и ильменит. Установлено, что исходный титаномагнетитовый концентрат является твердым раствором оксида титана в магнетите.

Диаметр средней линии пода кольцевой печи - 0,8 м, максимальная эффективная ширина пода - 1,1 м, номинальная электрическая мощность - 45 кВт.

Восстановление проводили на неокомкованном и окускованном шихтовом материале. Шихта состояла из титаномагнетитового концентрата, восстановителя, флюса и связующего. Однородную по составу шихту подвергали окускованию с получением окатышей 5-10мм и брикетов объемной массой 10-20 г, которые содержали 18-21% углерода. На основании проведенных теоретических расчетов оптимальное количество восстановителя в шихте должно составлять примерно 18-21% углерода от массы титаномагнетита.

Окускованный титаномагнетитовый концентрат поддавался термической обработке в кольцевой печи с вращающимся подом. Концентрат при вращении пода печи последовательно проходил следующие технологические зоны:

- зону загрузки-разгрузки, которая не обогревается;
- зону нагрева с рабочей температурой 1000-1150 °С;
- зону восстановления с температурой 1200-1300 °С;
- зону плавления с температурой 1400-1500 °С.

Сначала была испытана схема загрузки неокомкованного концентрата. Тепловая восстановительная обработка измельченного концентрата без окускования приводит к неравномерной и низкой степени его восстановления из-за нарушения газо- и теплообмена в насыпном слое шихты. При температурах 1400-1500 °С на поверхности засыпки образовывалась плотная газонепроницаемая корка. Степень металлизации засыпки не превышал 30 %. Поэтому в дальнейшем использовали окускованный титаномагнетитовый концентрат в виде окатышей (брикетов).

При температуре, превышающей температуру плавления чугуна, элементы металлического каркаса под действием силы поверхностного натяжения начнут коагулировать с образованием гранул сферической или близкой к ней формы [4]. Добавка 2-4 % плавикового шпата способствует снижению вязкости шлака, улучшению условия отделения восстановленного железа от шлаковой фазы.

Результаты исследований фазового состава исходного концентрата и продуктов его металлизации показали:

восстановление железа твердым углеродом начинается при температуре примерно 1100 °С;

для практически полного восстановления железа при минимальном восстановлении титана необходимо выдерживать окатыши (брикеты) при температуре 1250-1300 °С в течение 30-40 мин., при этом выход и крупность металлических гранул увеличивается (рис. 1).

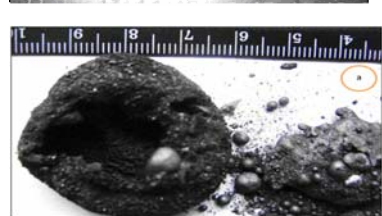
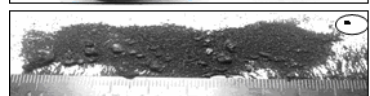
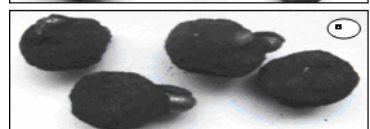
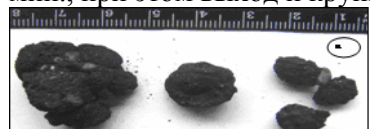


Рис.1 Форма и размер выделенных металлических гранул в процессе восстановительного обжига при температуре 1250-1300 °С

Последующий нагрев окатышей (брикетов) до температуры 1400-1500 °С и выдержка 10-20 мин., дает возможность получить железные металлические гранулы крупностью до 10-15 мм.

На рис. 2 изображены размеры и формы выделенных металлических гранул.

После восстановления титаномагнетитовые окатыши (брикеты) представляли легко разрушаемый спек из прочных восстановленных гранул.

Рис. 2. Форма и размер выделенных металлических гранул в процессе восстановительного обжига при температуре 1400-1500 °С

Содержание железа в металлической фракции составило 92-95,6 %, ванадия 0,3-0,6%, серы 0,4-0,5 %, углерода 2,5-4 %.

Химический состав конечного шлакового материала изменялся в следующих пределах %: 5,5 - 14,0 Fe_{общ.}, 0,22 - 0,64 V₂O₅; 12,5 - 22,0 CaO; 7,91 -18,7 SiO₂; 45,5-65,0 TiO₂; 4,7-6,9 MgO; 8,1-16,7 Al₂O₃.

Таким образом, проведенные исследования показали, что при плавке титаномагнетитовых окатышей (брикетов) в условиях кольцевой печи удалось получить шлак с массовой долей до 65% TiO₂ и содержанием V₂O₅ до 0,64 %.

Это свидетельствует о возможности реализации, технологии получения легированного чугуна и титанового шлака на кольцевой печи с вращающимся подом.

Выводы и направление дальнейших исследований. Подводя итог всему сказанному, следует отметить, что в данной технологии предлагается использовать нагрев, восстановление и плавление рудугольных окатышей (брикетов), из титаномагнетитового концентрата в одном агрегате, в отличие от предыдущих работ.

Дальнейшие исследования направить на изучение фазовых превращений в титаномагнетитовых концентратах при твердофазном восстановлении в кольцевой печи с вращающимся подом.

Список литературы

1. <http://www.ukrbiznes.com> Титановая отрасль Украины. Минерально-сырьевая база.
2. Пирометаллургическая переработка комплексных руд. Лещтгев Л.И., Ватолин Н.А., Шаврин С.В., Шумаков Н.С., - М.: Металлургия, 1997 - 432с.
3. Автореферат диссертации "Изучение закономерностей формирования и разделения металлической и шлаковой фаз в процессе карботермического восстановления титаномагнетитового концентрата" Майорова Л.А.
4. Губин Г.В., Пивень В.О. Современные промышленные способы бескоксовой металлургии железа/ - Кривой Рог; 2010 – 336 с.

Рукопись поступила в редакцию 17.02.14

УДК 621.82:621.926.5

Ю.А. МАЛИНОВСКИЙ, С.И. МАЛИНОВСКАЯ, кандидаты техн. наук, доц.,
А.Ю. МАЛИНОВСКАЯ, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет
О.И. БАРАНОВА, преподаватель, Криворожский коксохимический техникум

К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДВУХКАМЕРНЫХ МЕЛЬНИЦ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДНОГО СЫРЬЯ

Выполнено обоснование эффективности использования двухкамерных шаровых мельниц для переработки железорудного сырья. Даны рекомендации по усовершенствованию конструкции барабана и приводных механизмов.

На ряде предприятий для измельчения сырьевых материалов получили распространение двухкамерные мельницы МЦ 3,2×15 (производительностью 100 т/час по готовому сухому продукту) и МЦ 4×13,5 (производительностью 145 т/час по сухому продукту) (рис. 1).

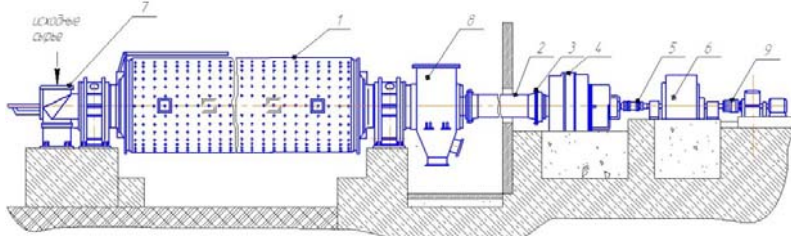


Рис. 1. Общий вид мельницы: 1 - барабан; 2 - провал; 3 - зубчатая муфта; 4 - планетарный редуктор; 5 - зубчатые муфты; 6 - приводной электродвигатель; 7 - устройство загрузки сырья; 8 - устройство выгрузки продукта; 9 - вспомогательный привод

В частности, такие мельницы используются для измельчения цементного клинкера и являются перспективными для их использования на горнорудных предприятиях при измельчении железорудного сырья. Преимущества этих мельниц очевидны потому, что во-первых две стадии измельчения можно осуществить в одном барабане, во-вторых осуществление процесса измельчения в «сухой» среде позволяет, в конечном счете, либо полностью исключить хвостовое хозяйство с системой технического водоснабжения и уменьшить нагрузку на отделение сушки концентрата либо максимально уменьшить размеры системы оборотного водоснабжения, при использовании полной или частичной «сухой» магнитной сепарации.

При таком подходе имеется возможность экономии на общеэксплуатационных расходах по обслуживанию мельниц, а также экономии по содержанию хвостового хозяйства горнообогатительных предприятий. Затратная часть, связанная с мокрой схемой обогащения значительно сократится и полученные отдельные пески в «сухом» виде могут быть легко заскладированы.

В случае использования таких мельниц для измельчения рудного сырья из-за разницы в насыпных массах руды и цементного клинкера нагрузка на корпус мельницы и привод существ-