

У першому досліді задаючий стіл було встановлено так, щоб його поверхня знаходилась на одному рівні з поверхнею нижнього валка. При прокатці зразків вихідний кінець розкату згинався у бік верхнього валка, рис. 4а.

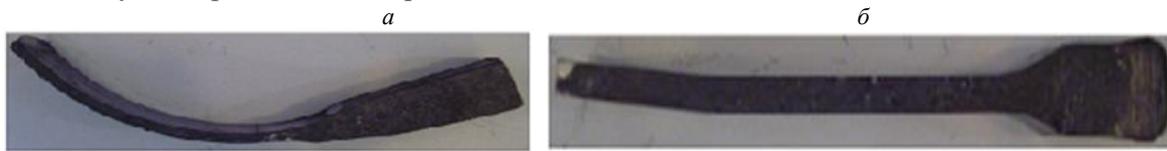


Рис. 4. Розкати після прокатки

У дугому досліді задаючий стіл було знято. Отже, задні кінці зразків не мали опори. Як видно з рис. 4б передній кінець розкату вийшов із валків рівний.

Висновки. При неправильній установці робочої поверхні нижнього валка по відношенню робочої поверхні першого станинного ролика можливі такі наслідки.

При низькій установці нижнього валка по відношенню робочої поверхні першого станинного ролика задній кінець злитка буде давити на перший станинний ролик, що може призвести до його поломки. При прокатці в калібрі з защемленням розкату можливе оковування верхнього валка.

При високій установці нижнього валка злиток буде упиратись у валок і подальше його транспортування буде не можливе, або захват злитка валками буде не рівномірним (спочатку нижнім валком, потім верхнім валком) і при подальшій прокатці задній кінець злитка битиме об перший станинний ролик, що також може привести до його поломки.

Слід також враховувати, що глибина врізу струмків, які утворюють калібри, на валках не однакова. Для забезпечення нормального процесу прокатки і запобігання поломки станинних роликів перший станинний ролик, як правило, необхідно калібрувати. Зі збільшенням глибини врізу струмка діаметр першого станинного ролика необхідно зменшувати.

Список літератури

1. Тарновский И.Я. Прокатка на блюминге / И.Я.Тарновский, Е.В.Пальмов, В.А.Тягунов, С.В.Макаев, В.П.Котельников, Л.В.Андрейко //Прокатка на блюминге / М. Металлургиздат, 1963 - 389 с.
2. Бахтинов Б.П. Калибровка прокатных валков / Б.П.Бахтинов, М.М.Штернов // Калибровка прокатных валков / М. Металлургиздат, 1953 - 784 с.

Рукопись поступила в редакцию 15.03.12

УДК 669.1: 622.781: 658.003.13

В.В. ПЛОТНИКОВ, канд. техн. наук, доц., О.В. МАРАСАНОВА, ассистент
ГВУЗ “Криворожский национальный университет”

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД К ПЛАВКЕ

Приводится метод расчета показателя металлургической ценности железорудного сырья. Определены допустимые пределы обогащения железных руд и металлизации железорудных окатышей.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Интенсификация экономического роста черной металлургии в значительной мере определяется развитием рудно-сырьевой базы предприятий отрасли. Несмотря на высокую общую обеспеченность запасами железных руд, существующая минерально-сырьевая база черной металлургии Украины характеризуется довольно низкими качественными параметрами - малым содержанием основного полезного компонента (железа) и сравнительно высокими эксплуатационными затратами. Вовлечение в сферу металлургической переработки бедных по содержанию железа руд и коксующегося угля пониженного качества, усложнение горно-геологических и горнотехнических условий разработки открытым способом, постоянно растущие тарифы на электроэнергию и железнодорожные перевозки приводят к росту издержек производства и предопределяют необходимость систематического совершенствования методов подготовки железных руд к плавке.

Усложнение технологических схем обогащения и разнообразие качественных характеристик железных руд, ставят перед предприятиями черной металлургии задачу рационального использования железорудных ресурсов, которая не может с успехом решаться без анализа широкого круга

специальных экономических вопросов подготовки руд к плавке. Среди наиболее значимых экономических вопросов рудоподготовки выделяются следующие: определение металлургической ценности железных руд и оценка экономической эффективности совершенствования технологических схем подготовки руд к плавке.

Анализ исследований и публикаций. Оценка металлургической ценности железных руд должна базироваться на критерии максимизации экономического эффекта, отнесенного на 1 т чугуна или стали, который объективно отражает современные требования развития предприятий горно-металлургической промышленности, а также учитывать влияние на металлургическую ценность региональных факторов производства [1].

Постановка задачи. Разнообразие качественных характеристик и усложнение технологических схем обогащения железных руд требуют оценки металлургической ценности последних с целью обеспечения рационального использования железорудного сырья и установления наиболее перспективных направлений совершенствования техники и технологии подготовки руд к плавке.

Изложение материала и результаты. Оценка металлургической ценности железных руд, концентратов или продуктов окускования рудной мелочи включает качественную и количественную составляющие [2] и позволяет в достаточно представительной и объективной форме учесть всю совокупность свойств железорудного сырья, определяющих его металлургическую ценность, а также количественно (в денежном выражении) сопоставить уровень качества различных железорудных материалов (рис. 1).

Качественная оценка металлургической ценности железных руд формируется на основании данных о вещественном (минералогическом и химическом) составе руд, их физических и металлургических свойствах [3,4].

В основе количественной (в денежном выражении) оценки металлургической ценности железных руд и продуктов рудоподготовки лежит учет затрат по двум группам технико-экономических факторов: индивидуальных и региональных факторов производства.



Рис. 1. Схема оценки металлургической ценности железных руд

Первая группа факторов предопределяет уровень индивидуальных издержек производства, т.е. затрат на выплавку 1 т чугуна в данных условиях при использовании подготовленных железорудных материалов данного качества, а также отражает улучшение технико-экономических показателей доменного производства благодаря применению железорудного сырья повышенного качества с оптимизированными металлургическими свойствами. Среди индивидуальных факторов производства выделяются: технические, технологические, организационные, экономические.

В добывающих отраслях промышленности, в частности в железорудной подотрасли черной металлургии, уровень затрат на производство продукции в значительной степени определяется региональными факторами производства, т.е. различиями в экономико-географических, природно-климатических, социальных и других условиях регионов.

Одним из наиболее значимых региональных факторов, влияющих на уровень региональных издержек производства, является географическая удаленность месторождений железных руд и, соответственно, производителей железорудного сырья от их потребителей - металлургических заводов. Затраты на транспортировку, а также объемы поставляемого сырья неуклонно возрастают, поэтому при определении металлургической ценности железных руд необходимо учитывать как величину удельных затрат по транспортировке концентрата или окатышей, так и абсолютную величину транспортной составляющей в затратах на производство металлургической продукции.

Для определения металлургической ценности железных руд предлагается использовать критерий, который отражает максимум экономического эффекта в расчете на 1 т чугуна, выплаваемого из руды определенного качества. Тогда критериальный показатель для определения

металлургической ценности M_i i -й руды или такой её цены, при которой обеспечивается соблюдение указанного условия, будет иметь следующий вид

$$M_i = \frac{(C_{ci} - C_{ci})}{(1+e)^{t_m - t^0}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где C_{ci} - себестоимость 1 т чугуна, выплавляемого из i -й руды, грн., C_{ci} - цена 1 т чугуна, грн., t_m - момент окончания m -го шага, t^0 - момент приведения; e - норма дисконта.

После вычитания из полученной величины транспортных затрат по доставке руды или продуктов рудоподготовки на металлургический завод определяется металлургическая ценность руды. В этом случае формула (1) примет вид

$$M_i = \frac{(C_{ci} - C_{ci})}{(1+e)^{t_m - t^0}} - t_{pi} \rightarrow \max, \quad (2)$$

где t_{pi} - транспортные расходы по доставке 1 т руды, концентрата, окатышей с рудника до металлургического завода.

Экономический оптимум и допустимые пределы обогащения железных руд и металлургической железорудных окатышей должны определяться на стадии металлургического использования сырья на основе показателя интегрального экономического эффекта с учетом затрат на производство стали из скрапа и экономических условий различных районов.

Повышение качества железорудного сырья, с одной стороны, обуславливает увеличение эксплуатационных и капитальных затрат и снижение выпуска готовой продукции на обогатительной фабрике, а с другой обеспечивает рост производительности металлургических агрегатов, экономии всех видов ресурсов, соблюдение норм по охране окружающей среды и сокращение затрат на транспортировку железорудного сырья, что особенно важно ввиду имеющихся территориальных диспропорций в его добыче и потреблении.

Себестоимость 1 т металлургических окатышей C_m может быть представлена в виде суммы следующих её составляющих: стоимости заданного, условно-переменных расходов по переделу C_p и условно-постоянных C_q .

Условно-переменные расходы по переделу включают, помимо расходов на природный газ, энергетические затраты и затраты на вспомогательные материалы. И те и другие затраты связаны с получением, циркуляцией и очисткой восстановительного газа. Так как количество последнего пропорционально расходу природного газа на конверсию, то, следовательно, переменная часть расходов по переделу в расчете на 1 т исходного сырья изменяется в соответствии с изменением расхода природного газа, а на 1 т металлургических окатышей также в соответствии с выходом годного. Условно-постоянная часть расходов по переделу, учитывающая и общезаводские расходы, находится в обратной зависимости от производительности агрегата или в прямой - от времени пребывания в нем материалов.

Учитывая зависимость расхода природного газа и времени пребывания материалов в агрегате от степени металлургической η и степени обогащения β исходного сырья, а также влияние расхода газа и производительности агрегата на величину отдельных составляющих себестоимости металлургических окатышей, зависимость последней C_m от степени металлургической и содержания железа в исходном сырье может быть представлена в виде

$$C_m(\beta, \eta) = q(\beta, \eta) \left[C_a(\beta) + \frac{C_{op}}{q_o} \frac{\beta \lg(1-\eta)}{\beta_o \lg(1-\eta_o)} \right] + C_{oq} \frac{\beta \lg(1-\eta)}{\beta_o \lg(1-\eta_o)}, \quad (3)$$

где q - расход окатышей, т/т металлургических окатышей; C_a - себестоимость исходного сырья (определяется в соответствии с условиями добычи руды, обогащения и удалённости обогатительной фабрики от завода), грн./т. Факторы с индексом 0 - значения их в исходном варианте (при известных β_o и η_o).

Для установления экономически оптимальной степени обогащения железных руд и степени металлургической окатышей, следует сопоставить результаты, получаемые при применении рассматриваемых факторов в сфере производства металлургических окатышей и их использования.

В этом случае условие экономической эффективности обогащения железных руд и металлургической окатышей определяется из формулы

$$\mathcal{E}_{инт} = \sum_{t=1}^T \frac{Q(C_{cm} - C_{cmi})}{(1+e)^{t_m - t^0}}, \quad (4)$$

где $\mathcal{E}_{инт}$ - интегральный экономический эффект производства металлизированных окатышей, грн.; Q - объем производства стали (чугуна), т; $C_{ст}$ - цена 1 т стали (чугуна), выплавляемой с использованием металлизированных окатышей, грн./т; $C_{снт}$ - себестоимость 1 т стали (чугуна), выплавляемой из металлизированных окатышей, при i значении содержания железа в окатышах и фиксированной степени металлизации, грн./т; t_m - момент окончания m -го шага, t^0 - момент приведения; e - норма дисконта.

По данным, представленным на рис. 2 видно, что характер изменения показателя интегрального экономического эффекта производства металлизированных окатышей $\mathcal{E}_{инт}$ под влиянием исследуемых независимых переменных факторов носит экстремальный характер.

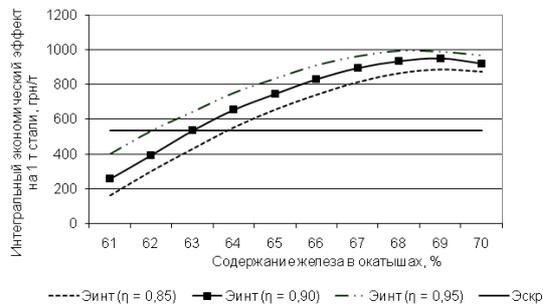


Рис. 2. Определение экономического оптимума и допустимых пределов обогащения железных руд и металлизации железорудных окатышей

Экономически оптимальные результаты обогащения и металлизации окатышей достигаются при содержании железа в исходном сырье 68 % и степени металлизации 0,95. Очевидно, что использование богатых по содержанию железа окатышей при всех значениях степени их металлизации обеспечивает лучшие результаты, чем использование бедных.

При содержании железа в окатышах свыше 68% интегральный экономический эффект отнесенный на производство 1 т стали уменьшается. Это служит указанием на то, что достигнут экономический оптимум механического обогащения железной руды.

Помимо экономически оптимальной степени обогащения на графике (рис. 2) представлены также и допустимые пределы обогащения, определенные графическим путем. Точки пересечения кривых зависимостей $\mathcal{E}_{инт}$ от β при фиксированных значениях η с линией, проведенной параллельно оси абсцисс, выражающей величину экономического эффекта на производство стали из скрапа $\mathcal{E}_{скр}$, есть искомые минимально допустимые пределы по содержанию железа в исходных окатышах.

По данным рис. 2 видно что, различным фиксированным значениям степени металлизации соответствуют различные экономически допустимые пределы по содержанию железа в окатышах. Это значит, что если глубокое обогащение руды сопряжено с большими затратами, то высокая степень металлизации железа может обеспечить эффективность использования и не очень богатого концентрата.

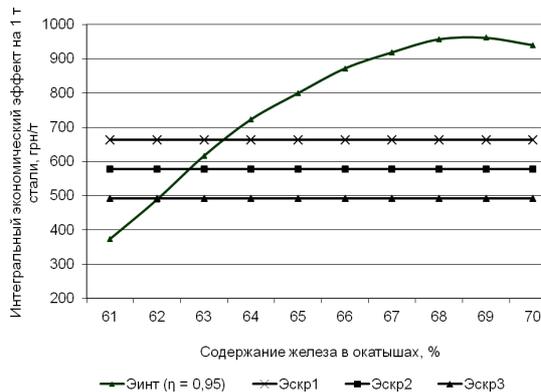


Рис. 3. Изменение условий эффективности в зависимости от величины затрат на сталь, выплавленную из скрапа

Значение экономически оптимальной степени обогащения, а также граничные условия экономической эффективности могут смещаться при изменении определенных условий. В первую очередь это связано с изменением затрат на производство стали из скрапа. Как следует из рис. 3, одному и тому же фиксированному значению степени металлизации при разной величине $\mathcal{E}_{скр}$ соответствуют различные пределы по содержанию железа в окатышах.

Экономические условия могут сказываться на изменении граничных пределов эффективности в связи с изменением цен на материалы, топливо и энергию и, в особенности, в связи с изменением стоимости исходного сырья, используемого в производстве металлизированных окатышей. Последняя в зависимости от условий добычи руды, ее обогащения и разной удаленности обогатительной фабрики от металлургического завода резко колеблется. Поэтому в различных экономических районах даже при неизменных затратах на сталь из скрапа и одинаковой степени металлизации имеют место разные экономически допустимые пределы по содержанию железа в исходном сырье.

Большое влияние на выбор оптимального варианта обогащения руды оказывают исходные данные, положенные в основу технико-экономических расчетов. Соответственно этому сформулированные выше выводы применительно к рудам отдельно взятого месторождения остаются справедливыми только при сохранении использованных исходных данных.

Выводы. Таким образом, критерий максимизации экономического эффекта, положенный в основу расчета показателя металлургической ценности железных руд, объективно отражает современные требования развития горно-металлургической промышленности в целом, ее отдельных отраслей, предприятий и производств, позволяет в достаточно представительной и объективной форме учесть всю совокупность свойств железорудного сырья, определяющих его металлургическую ценность, и дает возможность выразить и сопоставить их количественно.

Задача установления экономического оптимума и допустимых пределов обогащения железных руд и металлизации железорудных окатышей должна решаться с учетом действия следующих независимых переменных факторов: многовариантность способов производства и путей использования металлизированного сырья, влияние содержания железа общего в исходном сырье и изменение степени металлизации окатышей, влияние сырьевых, топливно-энергетических и экономических условий различных районов.

Список литературы

1. Федосеев В.А. Определение оптимальной степени и экономически допустимых пределов обогащения железных руд и металлизации железорудных окатышей [Текст] / В.А. Федосеев, А.А. Антипин // Записки горного института. Том 170. Ч1 – РИЦ СПГИ(ТУ). СПб, 2007. - С. 235-240.

2. Антипин А.А. Методические основы металлургической оценки железных руд [Текст] / А.А. Антипин // Актуальные проблемы и перспективы развития Северо-Запада России: Материалы науч.-практ. симп. молодых ученых и спец-ов. СПб.: СПбГУЭФ, 2006. - С. 17-18.

3. Некрасов З.И., Гладков Н.А., Дроздов Г.М. и др. Требования к металлургическим свойствам окатышей. В кн.: Окискование железных руд и концентратов. Свердловск, 1977. - Вып. 3.

4. Чернышев А.М., Журавлев Ф.М., Дрожилов Л.А., Воропаев Е.Н. Методы и устройства для оценки железорудных материалов доменной плавки. / Черная металлургия. Сер. Окискование руд. Черметинформация, 1978. - Вып. 1.

Рукопись поступила в редакцию 15.02.12

УДК 622.7: 622.333

В.Г. САМОЙЛИК, канд. техн. наук, доц.

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОМАСЛИВАНИЯ УГОЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ РЕАГЕНТОВ-ПЛАСТИФИКАТОРОВ

Рассмотрено влияние степени омасливания угольной поверхности на эффективность действия реагентопластификаторов при подготовке водоугольного топлива. Показано, что омасливание отрицательно сказывается на агрегативной устойчивости и текучести водоугольных суспензий, снижает эффективность действия реагентопластификаторов.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Современное состояние развития промышленной практики привело к изучению возможного применения различных видов энергоносителей в индустрии и для нужд населения. Одним из альтернативных продуктов является водоугольное топливо в виде высококонцентрированной суспензии [1-4]. Рост цен на нефть и нефтепродукты, ограниченность запасов этого сырья вызывают повышенный интерес к водоугольному топливу. Смеси воды и угля в виде суспензий изучаются в различных странах мира, что связано с возможностью замены такими продуктами пылевидного топлива, являющегося одним из традиционных видов энергоносителей. По сравнению с пылевидным топливом водоугольные суспензии имеют ряд преимуществ. При сжигании угля в виде водоугольной суспензии снижаются выбросы вредных веществ в атмосферу, образование оксидов азота, что является следствием более высокой скорости выгорания углерода. Таким образом, перечисленные особенности горения водоугольных смесей позволяют относить их к разряду экологически чистых видов топлива.

Конкурентоспособность водоугольного топлива с сухим углем и жидким топливом может обеспечиваться его специфическими характеристиками, которые должны удовлетворять следующим основным требованиям. Концентрация угля в дисперсионной среде должна находиться в пределах не менее 63-65 %, что является довольно высокой цифрой. Суспензия должна иметь агрегативную устойчивость при низкой эффективной вязкости и напряжении сдвига (менее 1 Па·с при градиенте скорости сдвига 9 с^{-1} и менее $5-10 \text{ Н/м}^2$, соответственно). Система