

РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ КОКСА В УСТК

*Запарнюк М.Н., Гордеева И.С., Нешпоренко Е.Г.
Магнитогорский государственный технический университет
mixaz@list.ru, neshporenkoeg@mail.ru*

Энергетика теплотехнологии современной черной металлургии предполагает использование преимущественно магнетитовых железных руд, запасы которых истощаются. Так, например, на ММК подавляющая доля руд уже длительное время завозится из внешних месторождений.

В то же время, на Урале имеются значительные запасы альтернативных руд, в частности, сидеритов и сидероплезитов (Бакальское месторождение), которые не могут быть в значительных количествах переработаны по классической аглококсодоменной схеме. Доля вовлечения альтернативных руд в металлургический комплекс составляет не более 10 %.

Таким образом, перед металлургическими предприятиями стоит техническая и технологическая проблема расширения железорудной базы [1], неизбежно сопровождающаяся увеличением энергозатрат. В настоящее время сидеритовые руды обжигаются по автономной технологии с применением природного газа [2].

Однако в классическом металлургическом комплексе имеются неиспользуемые вторичные энергетические ресурсы, например, теплота кокса, которая теряется при его охлаждении (мокрый и сухой способ). Производство кокса – энергоёмкий процесс (около 150 кг у.т./т кокса). Температура поступающего после коксовой батареи материала достигает 1200 °С, которую необходимо уменьшить до уровня, установленного технологическим процессом [1].

Теплоту технологического продукта можно передать другому материалу. Например, для подогрева лома, для обжига окатышей, известняка, сидеритовой руды и др. Наибольший энергосберегающий эффект может быть получен при обработке того материала, на который тратится больше всего энергии, например, термическое обогащение сидеритовой руды (обжиг).

В работе разрабатываются несколько вариантов использования теплоты кокса для обжига сидеритовой руды: 1) смешение обжигаемого материала с коксом и одновременное охлаждение смеси (рис. 1); 2) смешение обжигаемого материала с коксом и одновременное охлаждение смеси с дальнейшим использованием теплоты выделяющихся газов CO_2 (рис. 2). Расчеты проводились в идеальных термодинамических условиях.

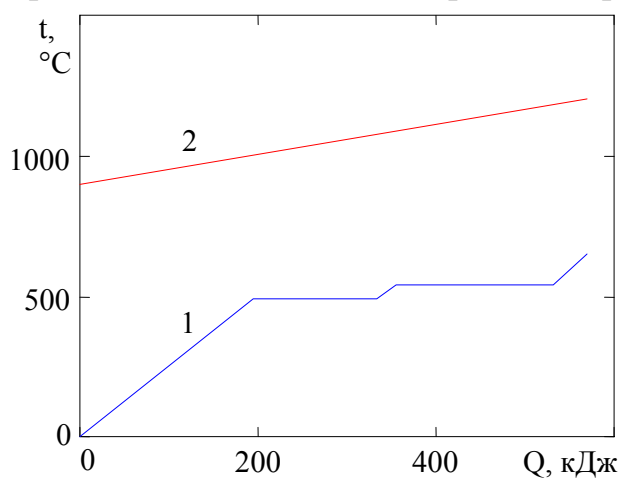


Рис. 1. Температурно-тепловой график обработки сидеритовой руды (вариант 1):
1 – линия нагрева сидеритовой руды;
2 – линия охлаждения кокса

За базовый вариант принята технология, применяемая для охлаждения кокса в УТСК. Через загруженный в бункер раскаленный кокс снизу продувают инертный газ N_2 , который нагревается до $800^\circ C$ и поступает в котел-утилизатор. При охлаждении 1 кг кокса вырабатывается около 0,4 кг пара средних энергетических параметров. После охлаждения газы при помощи вентилятора нагнетаются в нижнюю часть бункера для повторения цикла [1].

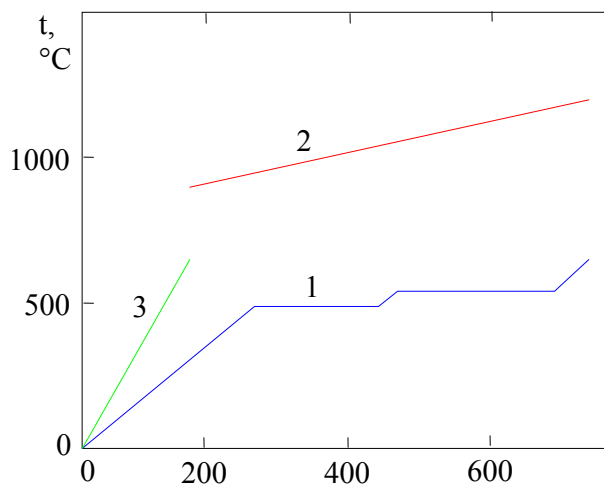


Рис. 2. Температурно-тепловой график обработки сидеритовой руды (вариант 2):
1 – линия нагрева сидеритовой руды;
2 – линия охлаждения кокса; 3 – линия охлаждения отходящих газов при регенерации

Первый вариант заключается в подаче в форкамеру УСТК сидеритовой руды и раскаленного кокса в таком массовом соотношении, при котором термическое обогащение руды протекало бы при расчетных параметрах, а температура кокса снизилась до необходимого уровня. Расчет показал, что одной тонной кокса при его охлаждении с $1200^\circ C$ до $900^\circ C$ можно обжечь 0,437 т сидеритовой руды. При этом теплопотребление технологического материала составит 569 кДж, а продуктами процесса являются отходящие газы и технологический материал с температурой $650^\circ C$.

Второй вариант заключается в предварительном нагреве сидеритовой руды, перед её подачей в форкамеру УСТК. В качестве греющего теплоносителя выступает теплота отходящих из УСТК газов, образующихся в процессе декарбонизации технологического материала. В этом случае, одной тонной кокса при его охлаждении можно обжечь 0,523 т сидеритовой руды. При этом теплопотребление технологического материала составит 715 кДж.

Использование регенеративной схемы предварительного подогрева сидеритовой руды позволит увеличить ее массу на 0,097 т, что составит более 18 % без дополнительных затрат энергетических ресурсов.

Альтернативным направлением использования теплоты кокса может стать направление по обжигу известняка, который так же, как и сидеритовые руды, обжигается по автономной теплотехнологии с затратами природного газа.

Расчеты показывают, что применение тепловой схемы с регенеративным использованием теплоты, образующихся при декарбонизации известняка, отходящих газов, позволит получить известь в количестве 0,101 т при охлаждении тонны горячего кокса.

Таким образом, введение обожженных сидеритовых руд в металлургический комплекс позволит расширить их долю с 10% (около 0,180 т на тонну чугуна) до 30% (0,523 т), а обжиг известняка позволит снизить энергоемкость металлургической продукции более чем на 100 кг у.т. с учетом снижения энергоемкости в аглококсодоменном комплексе.

Для предприятия с годовым объемом около 10 млн т стали в год это означает потенциальную экономию энергии до 1 млн т у.т., что при нижней границе стоимости 2000 руб./т у.т. может дать годовую экономию до 2 млрд руб.

Таким образом, разработка энергоэффективных направлений использования теплоты кокса открывает возможности широкомасштабного энергосбережения в теплотехнологии черной металлургии.

Библиографический список

1. Куперман Л.И., Романовский С.А., Сидельковский Л.Н. Вторичные энергоресурсы и энерготехнологические комплексы в промышленности. Киев: Вища школа, 1986. 303 с.
2. Запарнюк М.Н., Нешпоренко Е.Г. Термодинамический анализ схем движения дымовых газов в процессе обжига сидерита // Энергетики и металлурги настоящему и будущему России: материалы 14-й Всерос. науч.-пркт. конф. студентов, аспирантов и специалистов/ под общ. ред. Е.Б. Агапитова. Магнитогорск: МГТУ, 2013. С.149-150.
3. Гордеева И.С., Нешпоренко Е.Г. Использование вторичного тепла для аглококсодоменного комплекса для производства извести // Энергетики и металлурги настоящему и будущему России: Материалы 14-й Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и специалистов / под общ. ред. Е.Б. Агапитова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. С. 164-165.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ГОТОВОГО СТАЛЬНОГО ЛИСТОВОГО ПРОКАТА

*Захаров Р.В., Матвеев С.В., Картавцев С.В.
Магнитогорский государственный технический университет
zaharovrom@gmail.com*

Производство стали – энергозатратный процесс. На каждом этапе производства присутствуют процессы со значительными тепловыми потерями. Одним из таких этапов является горячая прокатка. Известно, что готовый лист после чистовой клетки охлаждается водой с 900 °С до 590 °С (температура смотки готового листа в рулон) [1]. Порядка 200 МДж тепловой энергии с каждой тонны проката теряется в окружающую среду на уровне 100 °С с охлаждающей водой. Вода, как теплоноситель, ограничена этой температурой в прокатном производстве из-за своих физических свойств.

Был рассмотрен вариант замены воды на высококипящие теплоносители и организация их работы в области температур до 540 °С с дальнейшей генерацией электрической энергии [1].

В данной работе основной целью является использование теплоты готового проката по принципу технологической регенерации.