

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕКИСЛОТНОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА И ГАЗОТУРБИННОЙ ГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ ОБЖИГА СИДЕРИТА

Аннотация. В работе рассмотрена возможность применения углекислотной конверсии метана и газотурбинной генерации электроэнергии в процессе обжига сидеритовой руды. Проведен анализ энергетических характеристик природного газа и синтез газа. Разработана энергоэффективная схема обжига сидерита и определена ее мощность по электрической энергии.

В настоящее время в мире большое внимание уделяется экономии природных ресурсов. Одними из самых важных ресурсов для черной металлургии являются: природный газ, железная руда и электроэнергия.

Рассмотрим несколько технических решений, которые позволят добиться экономии этих ресурсов в металлургической промышленности. Экономии природного газа можно получить, используя конверсию природного газа. Железную руду можно заменить альтернативными железными рудами (сидеритовые руды). Электроэнергию можно получить, используя газовые турбины. Все эти методы можно применить на месторождениях сидеритов и бурых железняков. В качестве примера рассмотрим Бакальское месторождение сидеритов.

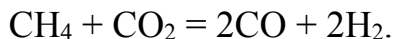
Сидерит – минерал состава FeCO_3 , карбонат железа. Растворяется в минеральных кислотах. Состав (%): FeO - 61,1; CO_2 - 37,9. Важная руда для получения железа, т. к. в составе до 48 % железа, нет серы и фосфора. Качество руды определяется высокой стабильностью химического состава, низким содержанием вредных примесей, высокой прочностью, в обожженном состоянии – хорошей восстановимостью. Из химического состава сидерита видно, что основным их преимуществом является состав пустой породы (до 15 % MgO и до 2,1 % MnO), что позволяет полностью заменить сырой доломит, определенную часть марганцевой руды и железорудной части шихты в процессе металлургических переделов [1].

В настоящее время обжиг сидерита ведут следующим образом: в камеру сгорания подают смесь природного газа и воздуха, сжигают ее. На выходе из камеры сгорания образуются продукты сгорания природного газа с температурой около 2000 °С. Так как для обжига сидерита достаточно температуры 650 °С, то продукты сгорания, перед подачей их в шахтную печь, разбавляют воздухом до необходимой температуры, тем самым происходят потери эксергии природного газа [2].

В работе [3] показано, что возможным решением охлаждения продуктов сгорания природного газа (или синтез газа) является не смешивание их с холодным воздухом, а подача их в газовую турбину, с последующей генерацией электроэнергии. Также было установлено, что оптимальную экономию топлива

можно получить при температуре дымовых газов (на выходе из турбины) 500-700 °С, что соответствует температуре обжига сидерита.

Расчетами было установлено, что при обжиге 1 т сидерита выделяется 193 м³/т CO₂, который не используется на действующей схеме, но его можно использовать в разработанной схеме, чтобы провести углекислотную конверсию метана:



Реакция протекает при температуре 1000 °С [4]. Энергетический анализ образующегося в ходе реакции синтез газа (2CO + 2H₂) показал, что теплотворная способность продуктов сгорания синтез газа больше, чем у природного газа на 31 % (46,8 МДж/м³ и 35,8 МДж/м³, соответственно).

На основе проведенных расчетов была построена Q-T диаграмма технологического процесса, которая представлена на рис. 1.

Учитывая все полученные результаты и собрав их в одну систему, была разработана энергоэффективная схема обжига сидеритовой руды (рис. 2), которая должна привести к энергосбережению ресурсов и энергии на предприятии и повышению уровня технологического процесса.

Было установлено, что применение газотурбинной установки в разработанной схеме, позволит получать до 532 кВт·ч электроэнергии с 1 т обрабатываемой руды. С учетом того, что годовая производительность предприятия составляет 5 млн. тонн руды, была рассчитана общая мощность генерации электрической энергии на предприятии, которая составила 303 МВт.

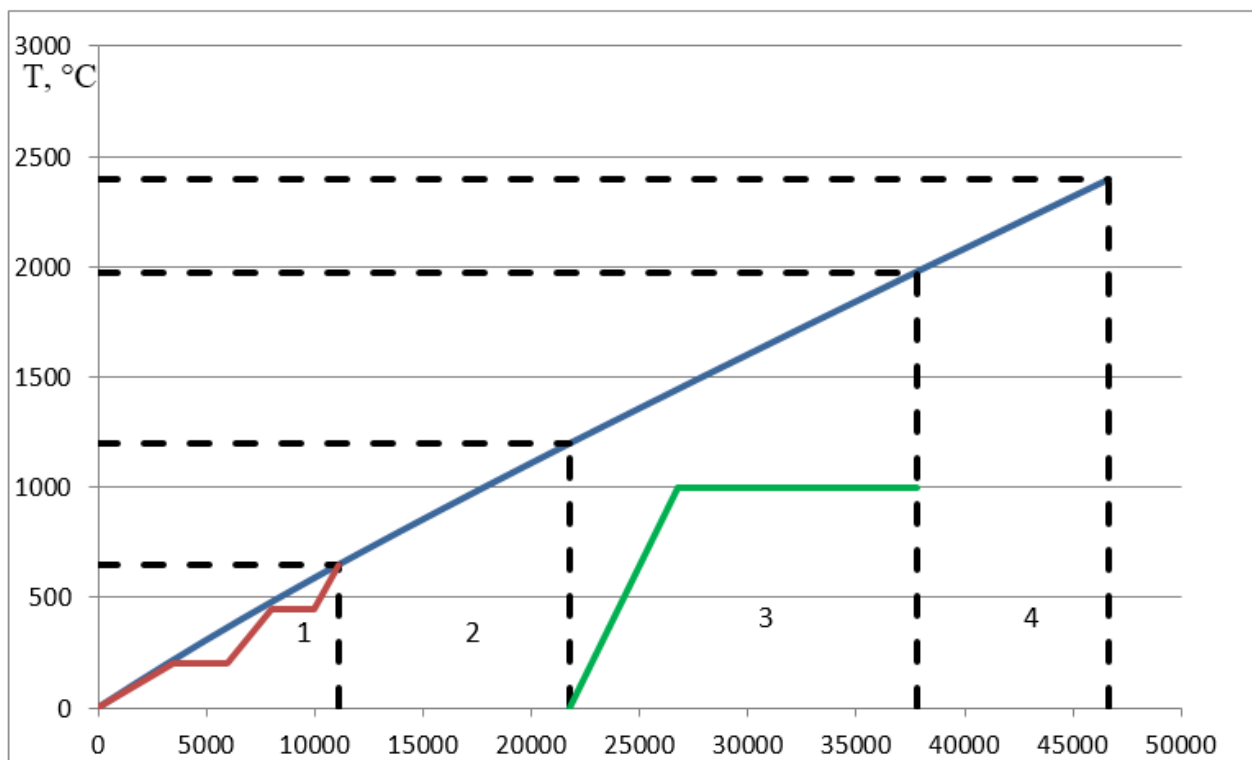


Рис. 1. Q-T диаграмма технологического процесса (Q, кДж/м³):

1 – обжиг сидерита, который осуществляется при температуре 650 °С; 2 – работа продуктов сгорания в ГТ, температура рабочего тела, в ГТ, ограничена технологическими требованиями к установке и не должна превышать 1200 °С; 3 – реакция углекислотной конверсии, с подогревом до 1000 °С и последующими термохимическими переходами; 4 – остаток энергии.

С целью обеспечения надежности и работоспособности схемы необходимо предусмотреть две газотурбинные установки мощностью по 150 МВт.

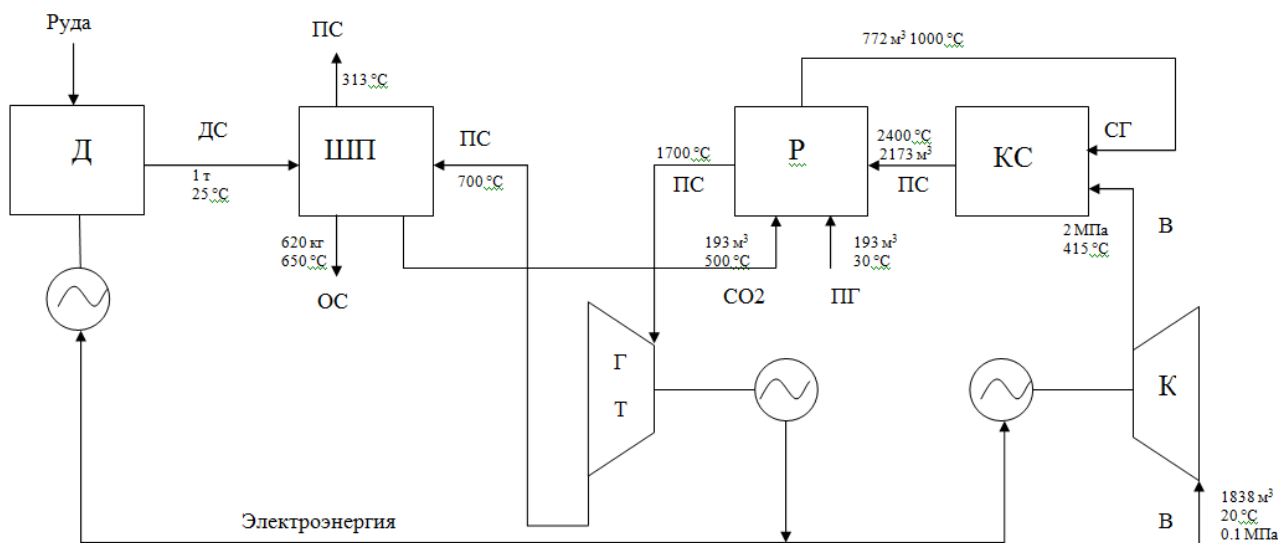


Рис. 2. Разработанная схема обжига сидеритовой руды

КС – камера сгорания; Р – реактор углекислотной конверсии; ШП – шахтная печь; Д – дробилка; К – компрессор; ГТ – газовая турбина; В – воздух; ПГ – природный газ; ПС – продукты сгорания; СГ – синтез-газ; ДС – дробленый сидерит; ОС – обожженный сидерит

Таким образом, использование разработанной схемы обжига сидерита позволит экономить 9 % природного газа, получать качественную сидеритовую руду для доменного производства и вырабатывать собственную электроэнергию, которой хватит не только на обеспечение технологического процесса, но также для снабжения населенного пункта общей численностью 466 тыс. человек.

Список использованных источников

1. Остапенко П. Е. Обогащение железных руд. М. : Недра. 1977. 274 с.
2. Мурзадеров А. В. Использование углекислотной конверсии углеводородов в комплексе рудоперерабатывающего предприятия / Мурзадеров А. В., Запарнюк М. Н., Исянгильдина Л. Х., Картавец С. В. // МГТУ. Магнитогорск. Энергетики и металлурги настоящему и будущему России. Материалы 15-й всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и специалистов. 2014. С. 81-83.
3. Исянгильдина Л. Х. Исследование энергосберегающего эффекта от применения ГТУ перед обжиговой печью / Исянгильдина Л. Х., Запарнюк М. Н., Демин Ю. К., Нешпоренко Е. Г. // МГТУ. Магнитогорск. Энергетики и металлурги настоящему и будущему России. Материалы 16-й всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и специалистов. 2015. С. 85-87.
4. Крылов О. В. Углекислотная конверсия метана в синтез-газ // Российский химический журнал. Москва. 2000. Т. 44. № 1. С. 19-33.