УДК 669.184.152

А.А. МАКСИМОВ, аспирант (МГТУ)
Научный руководитель: Е.Б. АГАПИТОВ, д.т.н., профессор (МГТУ)
г. Магнитогорск

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УТИЛИЗАЦИИ КОНВЕРТЕРНЫХ ГАЗОВ

Одним из существенных резервов экономии топлива в промышленности является использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), которые неизбежно возникают во многих энергоемких технологических процессах. Значительным резервом для энергосбережения в черной металлургии РФ является использование газов сталеплавильных конвертеров, потенциал оценивается в размере 1,25 млн. т у.т. в год.

В настоящее время в Российском металлургическом производстве наибольшее распространение получила схема отвода конвертерного газа с частичным дожиганием в газоотводящем тракте и окончательным на свече. Актуальной остается разработка прорывных технологий по утилизации конвертерного газа, в том числе создании новой энерготехнологической схемы его использования.

Конверторный газ содержит до 85-90% CO и имеет низшую теплоту сгорания 11000 КДж/м^3 (2628 ккал/м^3). Выход газа за одну плавку конвертора объёмом 400т составляет 160000м^3. Конверторный газ имеет температурой (1600°С), его теплоёмкость составляет 1,4 КДж/м^3. Таким образом с одной плавки конвертора образуется ресурс с энергией 1760 ГДж (60,08 т. у.т.)[1].

Существующие сегодня в РФ схемы утилизации конверторного газа малоэффективны с теплотехнической точки зрения и отличается сложностью в эксплуатации.

В связи с внедрением в промышленность большегрузных конвертеров емкостью до 400 т стали и связанным с этим увеличением объема вдуваемого кислорода, количество выделяющихся газов значительно возрастает. Их дожигание приводит к росту объема продуктов сгорания, и существенно увеличит габаритные размеры и стоимость всей установки. В этих условиях рациональной является газоотводящая система без дожигания[2].

Сложности в работе газоотводящего тракта конвертера без дожигания оксида углерода характеризуются высокими требованиями по обеспечению безопасности ведения процесса, так как в газоотводящем тракте возможно образование взрывоопасной смеси газа с воздухом. С помощью уплотняющего устройства - подвижного колокола (юбки) - удается уменьшить подсос, сократив зазор между горловиной конвертера и кессоном до 70 мм. Специальное регулирующее устройство, включенное перед дымосо-

сом, автоматически поддерживает постоянное давление на стыке горловина - юбка. Этим удается свести к минимуму подсос и отводить конвертерный газ по мере его образования [1].

Зазор между горловиной конвертера и котлом-утилизатором герметизируют. Объем очищаемых газов при этом в 3—4 раза меньше, чем при работе с дожиганием, что упрощает и удешевляет организацию газоочистки. После очистки газы (содержат 70—85 % CO, теплота сгорания 8-10 кДж/м3) возможно использовать как топливо. Отечественная промышленность пока не располагает значительным опытом такой работы. Основная масса конвертерных газов используется для получения пара и подвергается при этом охлаждению до (200–500 °C) в котлах-утилизаторах, после чего направляется на газоочистку.

Основным условием работы конвертера по схеме без дожигания является устранение подсоса воздуха между «юбкой» и горловиной конвертера и поддержание коэффициента избытка воздуха α на выходе из охладителя в пределах $\alpha \leq 0{,}1$.

Устранение подсоса между «юбкой» и конвертером предлагается осуществить:

Механическим уплотнением (модернизация уплотняющей «юбки» на плотно кроящую), в лабиринты и зазоры которого подается инертный газ (азот).

Количество конвертерных газов проходящих через тракт зависит от графика производительности дымососа и режима работы системы регулирования. В результате перехода на регулируемый отвод газов без дожигания, количество газов проходящих через тракт уменьшится приблизительно на 30%.

В процессе работы без дожигания обнаружено, что размер частиц в газах, выходящих из конвертера, увеличивается, что позволяет более полно очищать отходящие газы от пыли [3].

Учитывая, что оксид углерод в смеси с воздухом является взрывоопасным в интервале концентраций 12,5-74,5 % CO, система отвода газа должна быть взрывобезопасной.

Для обеспечения взрывобезопасности в основе систем отвода конвертерных газов могут быть положены два принципа:

- снижение концентрации оксида углерода за счет многократного его разбавления;

- отвод газов с высокой концентрацией оксида углерода ($\geq$ 74,5 %).

Это достигается различными способами, которые отличаются в основном коэффициентом избытка воздуха α на выходе из охладителя [4].

Мокрые газоочистки обладают радом недостатков, к которым относятся большой расход воды 3,5-7,2 $м^3$ на 1000 $м^3$ газа, организация сложной и громоздкой системы оборотного цикла водоснабжения, утилизации

шлама, высокий расход электроэнергии для обеспечения работы системы газоочистки.

Также при охлаждении конвертерного газа имеется возможность насыщения газа водяными парами, что не очень желательно с точки зрения использования этого газа, как технологический продукт (т.к. имеется возможность насыщения водородом). В тоже время сбивается температура газа, а значит, теряется энергетический потенциал ВЭР. Возможно, перспективной схемой утилизации конверторного газа может стать схема не включающая в себя мокрую очистку газа.

В свою очередь новая схема должна иметь ряд новых решений по снижение запылённости газа, для дальнейшего использования в энергетических установках, предусматривающие сжигание «неостывшего», достаточно очищенного конвертерного газа в топках регенераторов (типа доменных воздухонагревателей). При этом часть продуктов сгорания, возможно, направить в котлы-утилизаторы, а часть – на нагрев насадки регенератора. В межпродувочный период в этой насадке предлагается греть воздух, который должен использоваться бы для выработки пара, а также в этой схеме предусмотреть использование тепла на выработку электроэнергии с помощью газовых турбин.

Продукты сгорания от воздухоподогревателей и котла-утилизатора направить на установку получения сухого льда. Метод получения сухого льда - вымораживанием CO_2 из дымовых газов. Энергозатраты – 3 кВт на 1 кг получаемого сухого льда. Для котельной установки мощностью 2-3 Гкал возможно получение до 100 кг/час сухого льда или жидкой углекислоты.

Смесь газов промывают раствором карбоната калия, который поглощает углекислый газ, переходя в гидрокарбонат. Раствор гидрокарбоната при нагревании разлагается, высвобождая углекислоту. При промышленном производстве газ закачивается в баллоны.

Предлагаемая технология позволяет извлекать чистый углекислый газ из различных источников газовых выбросов с CO_2 (дымовые газы) и далее, использовать его в различных целях, например для получения углекислоты; для генерации низкокалорийного горючего газа в целях получения тепловой энергии; в технологическом процессе генерации заменителя природного газа (ЗПГ).

Список литературы:

1. Кривандин, В.А. Теплотехника металлургического производства[Текст] / В.А. Кривандин, В.В. Белоусов, Г.С. Сборщиков и др. – М.: МИСиС, 2001.

2. Воскобойников В.Г. Общая металлургия: Учебник для вузов [Текст] / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев М. и др. – М.: Металлургия, 1985.

3. Haworth D., Hemming G. // Iron and Steel Engineer. – 1995. – V.5. – P. 25–30.

4. Григорьев, В.П. Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства: Учеб. для вузов / В.П. Григорьев, Ю.М. Нечкин, А.В. Егоров и др. – М.: МИСиС, 1995.