

**А. В. Мурашкин, О. А. Абисидарский, С. И. Яковенко, Л. М. Родин\*, М. А. Рогулева\***

ПАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», Группа Метинвест

\*ЧАО «Химпроект», Северодонецк

## Использование технического азота для получения защитной атмосферы, применяемой в колпаковых печах ЦХП

*Рассмотрены вопросы обеспечения термических печей цеха холодной прокатки (ЦХП) экономичной и качественной защитной атмосферой, при производстве которой использован газообразный азот. Приведены расчетные данные по настройке агрегатов станции защитного газа на работу с потреблением технического азота.*

**Ключевые слова:** отжиг, полоса, колпаковая печь, защитная атмосфера, газ, состав, концентрация, режим, конверсия

Современный цех холодной прокатки потребляет большое количество защитной атмосферы для проведения «светлого» отжига холоднокатаного металла в колпаковых печах и химико-термической подготовки полосы перед оцинкованием в непрерывных агрегатах. Защитную атмосферу для нужд цеха вырабатывает станция защитного газа.

Качество защитного газа определяют его составом: он должен быть стабильным, в нем не должны присутствовать кислород и водяные пары, иначе они могут вызвать окисление поверхности металла и образование «цветов побежалости». Содержание других вредных примесей ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ) должно быть как можно ниже для предотвращения выделения сажи на поверхности рулонов.

К защитному газу, используемому в колпаковых печах с песочными затворами, предъявляются дополнительные требования: содержание водорода не должно превышать 5 % для обеспечения взрывобезопасности; содержание окиси углерода должно быть минимальным во избежание загрязнения атмосферы цеха путем просачивания через песочный затвор.

Станция, имеющая в составе три агрегата «N<sub>2</sub>-1000ПК», производит до 2700 нм<sup>3</sup>/ч азотного защитного газа следующего состава, %: водород 4-5; CO – не более 1; CO<sub>2</sub> – не более 0,25; O<sub>2</sub> – не более 0,002 (точка росы – минус 50 °C). Исходным сырьем для получения защитного газа на агрегатах N<sub>2</sub>-1000ПК является природный газ. Защитный газ производят методом неполного сжигания природного газа и очисткой полученного продукта от вредных примесей, при этом три агрегата могут израсходовать до 350 нм<sup>3</sup>/ч природного газа.

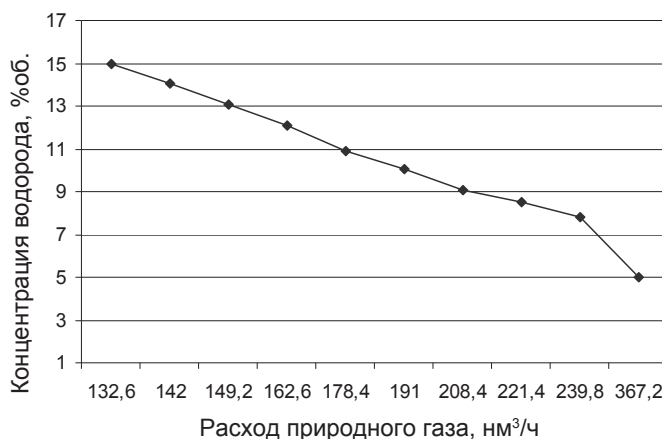
После ввода в работу в кислородном цехе нового блока разделения воздуха появилась возможность использовать для получения защитного газа высокочистый (содержание O<sub>2</sub> – не более 0,0005 %) газообразный азот. Предварительные проработки показали возможность перенастройки агрегатов СЗГ на получение повышенной концентрации водорода в выра-

батываемом газе и последующего смешивания его с азотом с целью доведения параметров получаемого защитного газа до требуемых. Качественные показатели технического азота при небольшой доочистке позволяют использовать его в данном процессе.

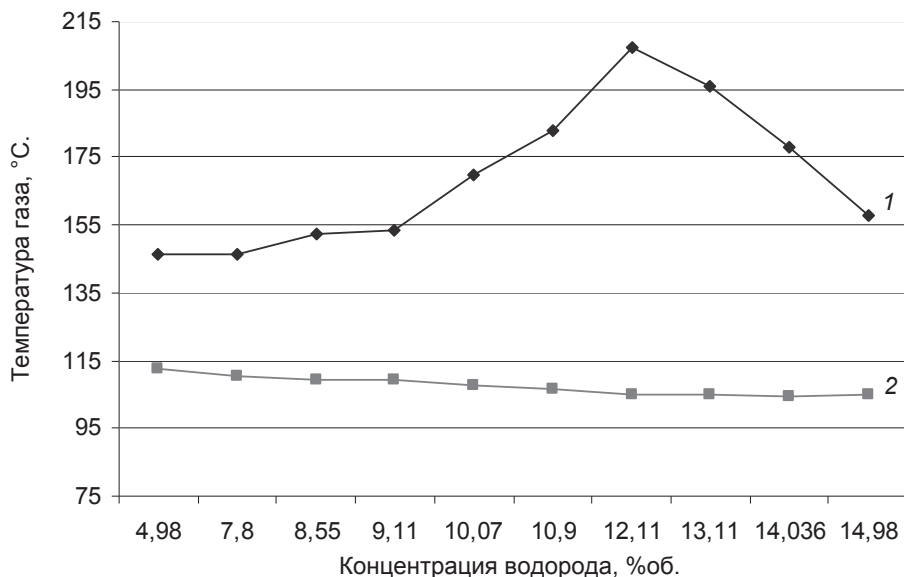
Таким образом, требуемое количество защитного газа можно получить двумя агрегатами, а третий перевести в резерв, то есть остановить для проведения ремонтных и профилактических работ. При этом существенно снижается потребление станцией природного газа и электроэнергии, а качество защитного газа улучшается за счет снижения концентрации вредных примесей.

Реализацию такой схемы работы начали с проведения трубопровода с техническим азотом к станции защитного газа. Совместно с ООО «Производственно-коммерческая фирма «ЮНИП» (г. Запорожье) и ЧАО «Химпроект» (г. Северодонецк) была проведена НИР, в ходе которой разработали схему получения защитного газа с использованием технического азота, исследовали материальные и тепловые потоки, выбрали оптимальные режимы работы агрегатов.

Для расчета материального баланса по базовому варианту принимали расходные коэффициенты и



**Рис. 1.** Изменение расхода природного газа от концентрации водорода в конвертированном газе



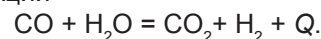
**Рис. 2.** 1 – изменение температуры газа от концентрации водорода в конвертированном газе; 2 – температура регенерированного МЭА раствора на выходе из кипятильника

технологические параметры, предусмотренные регламентом агрегата защитного газа и реальные данные, снятые с действующего оборудования.

Расчетные схемы с использованием технического азота отличаются от схемы базового варианта технологическими параметрами по конверсии оксида углерода, характерными для низкотемпературного катализатора (взамен среднетемпературного), и наличием дополнительного потока технического азота.

Расчеты схем выполняли, исходя из выработки защитного газа 2700 м<sup>3</sup>/ч при работе двух агрегатов. Для обеспечения такого режима нужна эф-

фективная работа узла каталитической конверсии по выведению из системы оксида углерода по реакции



В результате получается дополнительное количество водорода, а содержание оксида углерода в защитном газе под воздействием конверсии снижается от нескольких до 0,1 %.

Для расчета кипятильника МЭА раствора принимали, что при низкотемпературной конверсии оксида углерода равновесные значения концентраций CO снижаются, а концентрации водорода и диоксида углерода возрастают, из-за чего для нормальной регенерации раствора необходимо снизить объем циркуляции раствора через кипятильник.

Рассмотрение полученных расчетных данных показало, что необходимое количество защитного газа с 5 % водорода можно получать при работе двух агрегатов. Конвертированный газ поступает на осушку сначала в холодильную камеру, затем на цеолиты и смешивается с техническим азотом, также осушенным на цеолитах, в соотношении 1,0:(0,5-2,0): конвертированный газ – технический азот. При этом расход природного газа снижается с 367,2 (при базовом варианте) до 132,6 м<sup>3</sup>/ч (при получении на каждом из двух работающих агрегатов по 15 % водорода).

Наглядно снижение удельного расхода природного газа на получение 2700 м<sup>3</sup>/ч

защитного газа показано на рис. 1.

### Результаты расчета объемов газовых потоков

Номер примера	Количество агрегатов	Производительность 1 агрегата, м <sup>3</sup> /ч	Объем газовых потоков, м <sup>3</sup> /ч			Расход природного газа, м <sup>3</sup> /ч
			конвертированный газ	технический азот	соотношение	
1	3	900,0	2700,0	–	1:0	360,0
2	2	863,5	1727,0	973	1:0,563	239,8
3	2	742,3	1484,6	1216	1:0,820	208,4
4	2	675,4	1350,8	1351	1:1	191,0
5	2	514,6	1029,2	1670	1:1,623	149,2
6	2	450,375	900,75	1800	1:2	132,6

**Таблица 2**

### Результаты расчета составов газовых потоков для примеров из табл. 1

Номер примера	Состав газа, %об.									
	конвертированного					защитного				
	H <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
1	5,0	1,0	0,2	0,005	93,795	5,0	1,0	0,2	0,005	93,795
2	7,8	0,078	0,358	0	90,66	4,99	0,05	0,23	0	94,028
3	9,1	0,1	0,36	0	89,34	5,004	0,059	0,2	0	94,14
4	10,048	0,115	0,408	0	89,17	5,02	0,06	0,2	0	94,72
5	13,1	0,176	0,446	0	85,23	5,0	0,067	0,17	0	94,37
6	14,98	0,254	0,451	0	83,3	5,0	0,085	0,15	0	94,432

При повышении концентрации водорода в защитном газе повышается концентрация диоксида углерода, что приводит к необходимости снижения циркуляции МЭА раствора. В результате этого возрастает температура выходящего из камеры сжигания газа, что является положительным моментом, но при концентрациях водорода более 12 % наблюдается снижение температуры газа, что накладывает ограничение по верхнему пределу концентрации водорода на агрегатах (рис. 2).

В табл. 1 и 2 представлены результаты расчета объемов и составов газовых потоков, необходимых для получения 2700 м<sup>3</sup>/ч защитного газа (пример № 1 – базовый вариант).

После разработки и утверждения проекта на станции произвели разводку предусмотренных трубопроводов и осуществили подачу технического азота. Затем прове-

ли пуско-наладочные работы, в результате которых один агрегат вывели в резерв, остальные работают по новой схеме, потребляя 900-1200 м<sup>3</sup>/ч технического азота.

### Выводы

На станции защитного газа ЦХП агрегаты «N<sub>2</sub>-1000ПК» настроены на производство конвертированного газа с повышенной концентрацией

водорода. При смешивании его с техническим азотом получают защитный газ для колпаковых печей термического отделения и протяжных печей агрегатов цинкования. Отработаны оптимальные режимы работы агрегатов, которые позволяют получать хорошие производственные показатели и снизить расход природного газа и электроэнергии на производство защитной атмосферы.

### Анотація

*Мурашкін О. В., Абісідарський О. А., Яковенко С. І., Родін Л. М., Рогульова М. А.*  
Використання технічного азоту для отримання захисної атмосфери, що застосовується в ковпакових печах ЦХП

*Розглянуто питання забезпечення термічних печей цеху холодної прокатки (ЦХП) економічною і якісною захисною атмосферою, при виробництві якої використано газоподібний азот. Наведено розрахункові дані по налаштуванню агрегатів станції захисного газу на роботу зі споживанням технічного азоту.*

### Ключові слова

*відпал, смуга, ковпакова піч, захисна атмосфера, газ, склад, концентрація, режим, конверсія*

### Summary

*Murashkin A., Abisidarskiy O., Yakovenko S., Rodin L., Rogulyova M.*  
Use of industrial nitrogen for protective atmosphere formation in the bell type furnaces of cold rolling shop

*There has been considered the issue of cold rolling shop heating furnaces provision with economical and qualitative protective atmosphere that has been produced with the use of gaseous nitrogen. There are also given the design data for adjustment of protective gas station units for functioning with the usage of industrial nitrogen.*

### Keywords

*annealing, strip, bell-type furnace, protective atmosphere, gas, composition, concentration, mode, conversion*