

ОПЫТ И ПРАКТИКА

ГАЗИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОКСА НА ДУТЬЕ, ОБОГАЩЕННОМ КИСЛОРОДОМ

Инж. Н. В. КАРХОВ

(Государственный институт азотной промышленности)

Опытные работы промышленного масштаба по газификации кокса на дутье, обогащенном кислородом, осуществленные на одном из заводов азотной промышленности, завершены переводом газогенераторной станции на непрерывный процесс. Это является первым в СССР крупным шагом в деле промышленного использования технического кислорода для газификации.

Результаты работы представлены в издаваемом ниже материале. Применение нового процесса позволит сэкономить тысячи тонн кокса и угля. Работа выполнена бригадой ГИАП в составе: Н. В. Кархова, В. Б. Вайнштейна, В. К. Горшенина, Ф. П. Ваглаева при участии коллектива генераторной станции завода.

Газификация топлива с применением технического кислорода привлекала внимание специалистов уже с конца прошлого столетия. В этой статье мы не будем останавливаться на рассмотрении истории вопроса, так как она достаточно полно описана в специальной литературе [1, 2].

Газификация на кислородном дутье позволяет получать газ с повышенной теплотворной способностью, а также газ типа водяного — без балластного азота. При этом не приходится прибегать к периодической подаче воздушного или парового дутья.

Применение кислорода послужило стимулом к развитию специальных способов газификации, в частности газификации под давлением в газогенераторе Лурги, газификации мелочи в генераторах Винклера, газификации с жидким шлакоудалением и т. д. [3]. Однако, за исключением генераторов Винклера, указанные способы за границей имеют ещё весьма ограниченное применение. Газификация кускового топлива с применением кислорода в генераторах обычного типа, насколько известно, за границей не пошла дальше полузаводских установок. В СССР в этой области выполнен ряд интересных исследовательских работ, в том числе проведены опыты с подмосковным и сулюктинским углями на газогенераторе промышленных размеров [4, 5, 6]. Положительные результаты этих работ, од-

нако, также не получили ещё заводского применения.

Основным препятствием к применению кислородного дутья для газификации в широких промышленных масштабах до последнего времени являлась проблема производства больших количеств дешёвого кислорода.

Кислород в том случае, если он не является отходом данного химического производства, составляет весьма значительную долю в стоимости газа. Поэтому для экономичности процесса большее значение имеет количество кислорода, расходуемое на единицу потенциального тепла в продуцируемом газе. Наименьший расход кислорода при этом получается в случае применения топлив, богатых летучими.

Таким образом, для энергетических целей газификация битуминозных (бурых) углей с помощью кислорода является наиболее перспективной. Применение кислорода в этом случае стимулируется также тем, что производство водяного или двойного водяного газа из таких углей обычным периодическим способом является довольно сложной технической задачей.

Именно по этим причинам, основные опытные работы по парокислородной газификации проводились в основном с бурными углями. Однако, поскольку получаемый при этом газ содержит значительные количества ме-

тана и тяжёлых углеводородов, применение его для технологических целей, например для синтеза аммиака, затрудняется сложностью последующей переработки.

В целях получения технологического газа нами впервые в СССР в крупном промышленном масштабе осуществлён процесс газификации металлургического кокса на дутье, обогащённом кислородом.

Такой процесс по сравнению с аналогичной газификацией битуминозных углей для энергетических целей кажется менее рентабельным, так как должен сопровождаться более высокими удельными расходами кислорода.

Однако, как это будет видно из наших данных, применение кислорода для производства технологического газа из кокса оказывается вполне экономичным. Преимущества непрерывного процесса, интенсивность его, удобства эксплуатации, большая экономия кокса — выгодно отличают этот способ от периодического процесса производства водяного газа.

Основные принципы процесса

Процесс газификации на парокислородном или обогащённом кислородом паровоздушном дутье в принципе аналогичен паровоздушной газификации и осуществляется также при непрерывной подаче дутьевой смеси.

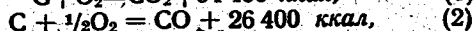
Количественные соотношения компонентов обогащённого или парокислородного дутья устанавливаются в зависимости от заданного по содержанию N_2 состава газа, а также от свойств топлива, определяющих допустимый максимум температуры процесса.

Отношение $\frac{H_2O + N_2}{O_2}$ в дутьевой смеси должно быть таким, чтобы процесс газификации протекал без явлений тяжёлого шлакования. В зависимости от реакционной способности топлива и температуры плавления золы для нормального ведения генераторного процесса (без жидкого шлака), парокислородная дутьевая смесь должна содержать от 2,5 до 3,5 кг пара на 1 м³ чистого кислорода.

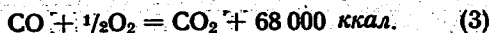
Сравнительно высокое отношение $\frac{H_2O}{O_2}$ в дутьевой смеси и зависимость его от концентрации O_2 в сухом дутье позволяют установить путём расчёта тепловых условий процесса, что при газификации металлургического кокса газообразование в реакционной области про-

текает в основном по следующей схеме:

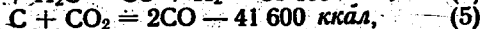
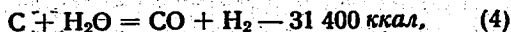
I. В зоне окисления:



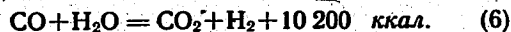
а также



II. В зоне восстановления:



и наряду с этим, в особенности в верхней области слоя,



В зоне окисления водяной пар, поступающий с дутьём, вследствие значительно меньшей скорости реакции (4), в сравнении с реакциями (1) и (2) практически не вступает ещё в химическое взаимодействие. Он служит в основном лишь средой, восприниматель выделявшееся физическое тепло реакций (1), (2) и (3). Некоторое отклонение процесса от такой схемы рассматривается в дальнейшем.

Такой ход процесса вынуждает в целях избежания шлакования прибегать к избыточному расходу пара по сравнению с тем количеством, которое требовалось бы по тепловому равновесию экзотермических реакций с кислородом и эндотермических реакций с водяным паром.

В результате в зоне восстановления, где за счёт тепла реакции (1), (2) и (3) развивается газообразование по реакциям (4) и (5), разлагается только часть пара, введённого с дутьём. Естественно, что коэффициент разложения пара тем больше, чем меньше избыток пара и, следовательно, чем выше температура в реакционной области слоя.

Наличие избыточного пара благоприятствует протеканию реакции (6). Это является основной причиной повышенного содержания CO_2 в газе. Если газ предназначен в дальнейшем для получения водорода, то реакция (6) благоприятна для процесса, так как этим улучшается тепловой баланс газогенератора и облегчается работа конверторов CO .

При производстве технологического газа, типа водяного, с применением кислорода, благодаря непрерывности процесса, коэффициент полезного действия газификации в газогенераторах с колосниковой решёткой достигает 85%, против примерно 60%, получаемых в газогенераторах водяного газа. Это до-

стигается за счёт устранения потерь потенциального и физического тепла с продуктами горячего дутья; неизбежных в газогенераторах водяного газа.

Показатели и КПД процесса на кислороде, особенно при производстве энергетического газа, могут быть, очевидно, ещё повышены, например при работе с жидким шлаком, т. е. при более высоком температурном режиме.

В нашем случае процесс газификации осуществлялся на обогащённом кислородом дутье в производственных условиях на газогенераторе водяного газа, конструкция которого не являлась вполне соответствующей новому процессу. Поэтому мы, естественно, не могли достичь оптимальных результатов и изучить многие интересные вопросы парокислородной газификации. Для нас совершенно очевидно наличие возможностей дальнейшего совершенствования процесса. Это является задачей будущего.

Экспериментальная часть

Прежде чем перейти к изложению результатов работы, необходимо указать некоторые данные по оборудованию газостанции, исходному сырью и условиям опытов.

Общая характеристика оборудования. На газостанции установлены газогенераторы водяного газа с автоматическим управлением. При переходе на кислород гидрорыводы автоматики работают лишь на дымовом клапане и на загрузке кокса в газогенератор. Общий вид газогенератора представлен на рис. 1.

Шахта газогенератора имеет цилиндрическую форму, футерована от бронзового кольца у решётки до свода шамотным кирпичом. Пароводяной рубашкой не снабжена.

Колосниковая решётка плоская, типа АВС, с шлакоудаляющим брусом в виде пропеллера. Выгрузка шлака с решётки осуществляется через периферийный зазор между бронзовым кольцом и вращающимся столом, а также через прозоры колосниковых плит.

В качестве загрузочного устройства для кокса установлен питатель типа Говарда.

В состав агрегата газогенератора входят: а) бункер для кокса с автоматическими весами, б) собственно газогенератор с зольником, в) стояк-пылеотделитель, г) котёл-утилизатор, д) гидрозатвор, е) скруббер.

Для подачи кислородного дутья установлен турбокомпрессор. Смазка его подшипников в целях взрывобезопасности производится техническим глициерином.

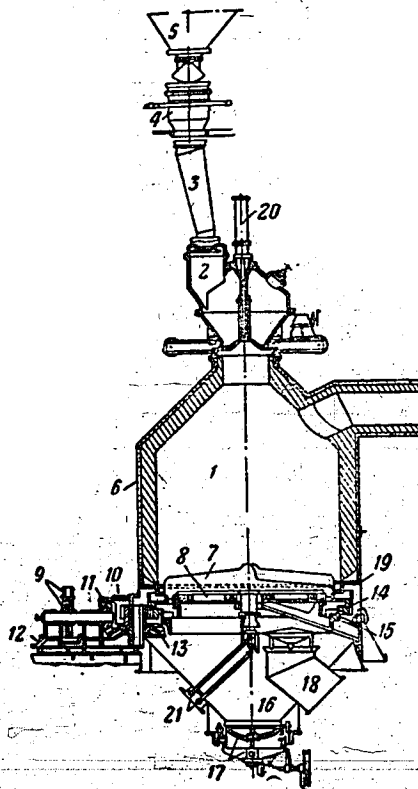


Рис. 1. Общий вид газогенератора с питателем и автоматическими весами.

1 — шахта, 2 — питатель с тележкой, 3 — течка, 4 — автоматические весы, 5 — бункер с челюстным затвором, 6 — кожух, 7 — брус, 8 — сегментная колосниковая решётка, 9 — храповый привод, 10 — кожух привода, 11 — коническая шестерня, 12 — плита привода, 13 — шаровая опора, 14 — большая шестерня, 15 — шаровая опора, 16 — зольник, 17 — зольный лок с тележкой, 18 — ввод дутья с зонтом, 19 — бронзовое кольцо и опора футеровки, 20 — гидропривод конуса, 21 — ввод и вывод охлаждающей воды для бруса.

Агрегат оборудован всеми необходимыми приборами автоматического контроля для учёта и регистрации количественных и качественных показателей процесса.

Кокс

Газостанция снабжается коксом с печи Кузнецкого и Магнитогорского металлургиче-

ских заводов. Кокс имеет следующий фракционный состав: куски крупнее 25 мм — 90—92%, куски меньше 25 мм — 8—10%. Применяется также кокс фракции 25—40 мм. Нормально кокс до поступления в газогенераторы проходит отсев от мелочи ниже 25 мм.

При неполадках с транспортными механизмами сортировка в период опытов не производилась и тогда количество мелочи в коксе, поступавшем в бункер газогенератора, несколько возрастало против указанной выше величины за счёт измельчения при транспортировании.

Качество кокса характеризуется следующими данными технического анализа:

$$\begin{aligned} W^p &= 1,6 - 8,35\% \\ A^c &= 11,0 - 13,0\% \\ S^c &= 0,6 - 0,74\% \\ V^c &= 0,96 - 1,40\% \end{aligned}$$

Как видно из приведённых цифр, применяемый кокс является вполне удовлетворительным газогенераторным топливом. Только отдельные партии показывали более высокую зольность. Так, например, в период балансowych испытаний она равнялась 17,8%. Кокс применялся малосернистый, что является нормальным для восточного кокса.

Кислород и дутьевая смесь

На газостанцию поступает отбросный технический кислород, чистотой 96—99%. Смешение его с воздухом производится во всасывающем трубопроводе турбокомпрессора и регулируется задвижками. Концентрация кислорода в смеси контролируется систематическими анализами. Перед газогенератором сухая воздушно-кислородная смесь смешивается с водяным паром в требуемых количествах, замеряемых расходомерами.

Пар применялся насыщенный с давлением 3—5 ат и перед смешением дросселировался до давления дутьевой смеси, равного приблизительно 1000 мм водяного столба.

Основные результаты работы

Главной нашей задачей было получение при непрерывном процессе полуводяного газа с отношением

$$\frac{(\text{CO} + \text{H}_2)}{\text{N}_2} = 3,2 - 3,3.$$

Расчётные и экспериментальные данные указывали, что для достижения требуемого состава газа, сухое дутьё должно было быть

Таблица 1

Показатели процесса газификации кокса на обогащённом кислородом дутье

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Концентрация кислорода в сухом дутье в % по объёму					
			20,8	30,2	40,0	49,9	59,9	70,6
1	Состав газа: (CO ₂ + H ₂ S)	%	6,0	13,2	14,7	15,4	16,4	17,4
		CO	26,0	28,8	30,9	34,0	34,7	35,2
		H ₂	13,0	23,9	28,3	31,7	34,7	37,5
		CH ₄	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		N ₂	54,5	33,6	25,6	18,4	13,7	9,4
	H ₂ S	%	—	—	0,13	0,07	0,08	
2	Отношение (CO + H ₂) : N ₂	—	0,72	1,57	2,31	3,56	5,06	7,8
3	Теплотворность газа	ккал/м ³	1160	1540	1715	1900	1990	2080
4	Температура газа на выходе из генератора	°Ц	600	670	650	630	620	585
5	Давление под колосниками	мм вод. столба	450	470	420	470	410	380
6	Сопrotивление слоя топлива	мм вод. столба	60	63	—	69	—	—
7	Содержание горючих в шлаке	%	—	—	17,1	13,5	—	—
8	Напряжение колосниковой решётки по коксу (C = 80%)	кг/м ² час	до 200	263	330	405	372	327
9	Производительность по газу в натуре на 1 м ² сечения шахты	м ³ /м ² час	850	860	990	1120	1000	860
10	То же в пересчёте на станд. водяной газ (CO + H ₂) = 88%	м ³ /м ² час	до 360	510	670	835	805	705
11	Коэффициент газификации по низшему пределу	%	76,0	77,4	79,0	81,0	82,6	84,0

обогащено кислородом до концентрации около 50%.

За период опытных работ в течение примерно 45 суток были испытаны технологические режимы для концентрации кислорода в сухом дутье от 30 до 70%.

Предварительно разработанные для всех указанных концентраций технологические режимы оказались вполне соответствующими требованиям процесса и дали хорошие результаты.

С самого начала была налажена нормальная работа газогенератора, и в ходе испытаний новые режимы были успешно освоены эксплуатационным персоналом газостанции.

В табл. 1 приведены показатели работы генератора за время испытаний. Представ-

оплавлен и хрупкий. Характер его не оставлял желать лучшего.

В работе газогенератора при значительной интенсификации совершенно не наблюдалось явлений прогаров, перекоса зон, нашлаковывания на стенки или образования «козлов». Последнее особенно важно, если учесть, что газогенератор не имеет пароводяной рубашки.

Особенно необходимо отметить исключительную устойчивость режима работ газогенератора по всем показателям.

Это наглядно представлено на диаграммах расходомеров сухого дутья и продуцируемого газа (рис. 2 и 3). Отклонения кривых до нулевого расхода соответствуют моментам остановок на выгрузку шлака из зольника.

Концентрация кислорода в дутье поддерживается легко, в соответствии с чем и состав газа отличается постоянством по содержанию всех своих компонентов. Указанное обстоятельство является весьма положительным, так как этим обеспечивается строгий режим цехов, потребляющих газ, и достижение ими наилучших показателей.

Параметры дутья и коэффициент разложения пара

Важнейшим условием нормального ведения режима является соблюдение постоянства потоков воздуха, кислорода и пара в требуемых соотношениях при бесперебойной загрузке кокса и выгрузке шлака.

На рис. 4 представлено влагосодержание дутьевой смеси в кг пара на 1 м³ (O₂ + N₂) и соответственно ему температуры насыщения смеси. Кривые I—I соответствуют экспериментальным данным. Кривые II—II дают значения, рассчитанные исходя из предположения, что при одинаковых с паровоздушной газификацией температурах количество разлагающегося пара на 1 м³ кислорода остаётся величиной постоянной. Иными словами, принимается, что при замене в дутье азота паром он участвует в зоне окисления только как физический фактор.

Изменения состава дутьевой смеси с ростом концентраций кислорода, соответствующие опытным данным, наглядно представле-

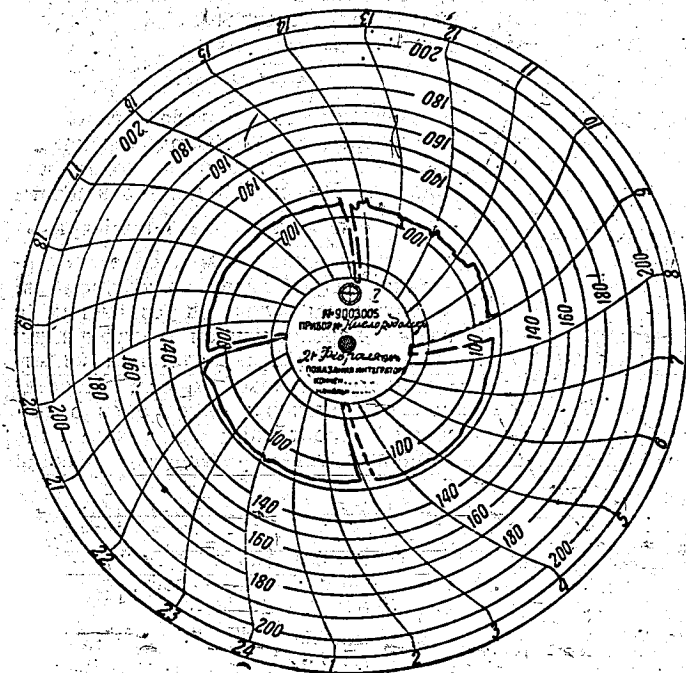


Рис. 2. Суточная диаграмма расходомера обогащенного дутья.

ленные данные наглядно показывают хорошую работу газогенератора, хотя и не являются оптимальными, так как получены при испытаниях в эксплуатационных условиях, когда свобода экспериментирования была весьма ограничена. По тем же причинам рассматриваемые данные не всегда могут служить для выявления строгих зависимостей.

Во время опытных работ не было случаев существенного расстройств режима по технологическим причинам. Газогенератор был всегда легко управляем. Температурный режим в верхней части газогенератора, а также давление под колосниками были всегда в пределах нормы и показывали тенденцию к снижению по мере перехода на более высокие концентрации кислорода.

Выгрузка шлака происходила без затруднений. Шлак был хорошо озолён, достаточно

вливалась в соответствии с потребностью в газе, поэтому максимума производительности газогенератора выявить не удалось. Указанная нами максимальная производи-

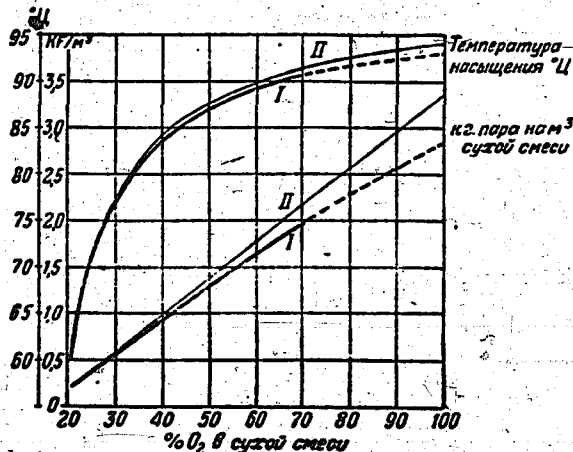


Рис. 4. Параметры дутьевой смеси. Кривые I—I соответствуют экспериментальным данным. Кривые II—II представляют расчётные величины.

тельность в дальнейшем при эксплуатации газостанции была значительно превышена и достигла 1100 м³/м² в час.

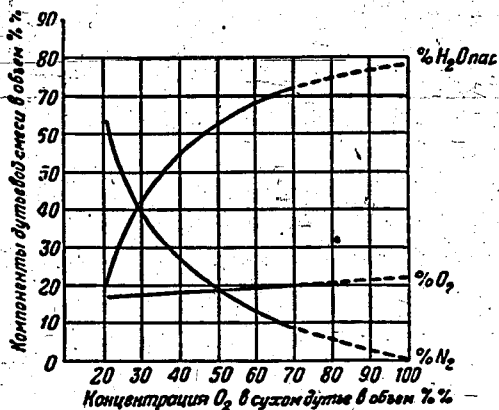


Рис. 5. Изменение состава дутьевой смеси с увеличением в ней концентрации кислорода.

Весь ход процесса и динамика показателей его позволяют сделать заключение о возможности дальнейшей форсировки газогенератора минимум на 50%.

Расходные коэффициенты и эффективность применения кислорода

Изменение расходных коэффициентов на 1000 м³ газа по коксу, пару и кислороду, в зависимости от концентрации кислорода в дутье, представлена в таблице 2.

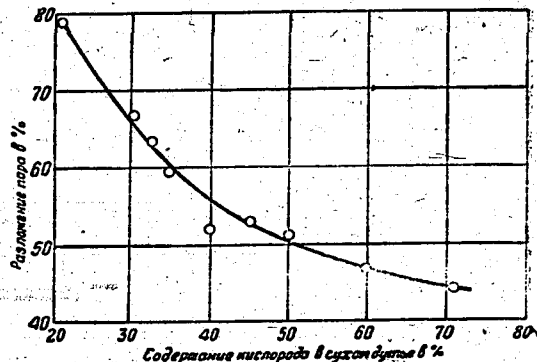


Рис. 6. Коэффициент разложения пара в зависимости от содержания кислорода в дутье.

Как и следовало ожидать, с увеличением концентрации кислорода, расход последнего и пара на 1000 м³ стандартного газа значительно возрастает. Что касается кокса, то расход его на 1000 м³ газа в натуре несколько возрастает, но так как качество газа улучшается в ещё большей степени, то рас-

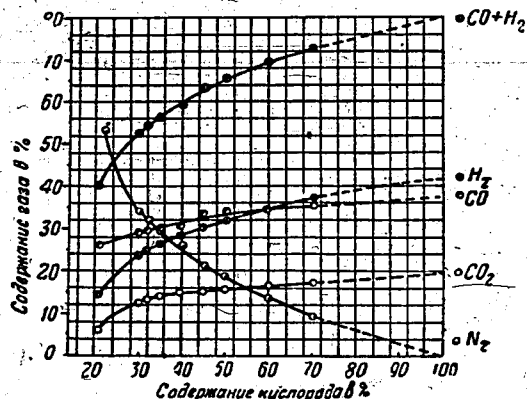


Рис. 7. Зависимость состава газа от концентрации кислорода в сухом дутье.

ход кокса, пересчитанный на принятый нами стандартный водяной газ, показывает заметное снижение. Это является следствием улучшения кпд процесса с ростом концен-

трации кислорода в дутье. Так, коэффициент газификации с 76,0% при паровоздушном

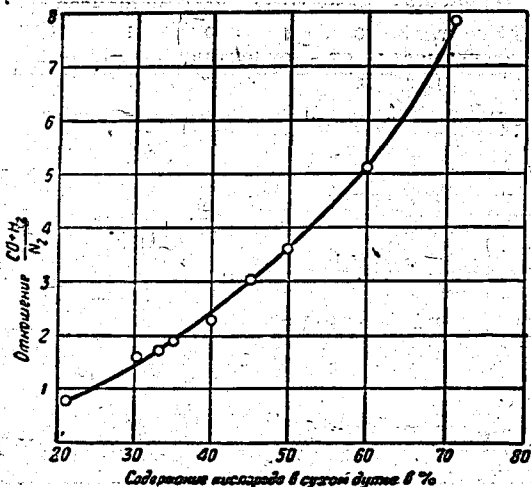


Рис. 8. Изменение отношения $\frac{CO+H_2}{N_2}$ в газе в зависимости от концентрации кислорода в сухом дутье.

дутье возрастает до 84% при концентрации кислорода, равной 70,6%.

Расходные коэффициенты по коксу, пару и кислороду в зависимости от концентрации кислорода

Наименование	Единица измерения	Концентрация кислорода в сухом дутье в % по объёму				
		30,2	40,0	49,9	59,9	70,6
а) На 1000 м ³ газа в натуре						
Кокс металлургический (С=80%)	кг	306	330	357	371	382
Пар насыщ. низкого давления	кг	291	437	496	594	669
Кислород технический (98%)	м ³	57	105	138	172	205
б) То же в пересчёте на 1000 м ³ станд. водяного газа с CO+H ₂ =88%						
Кокс металлургический (С=80%)	кг	512	491	479	471	463
Пар насыщ. низкого давления	кг	487	650	666	753	810
Кислород технический (98%)	м ³	96	157	185	218	249

При балансовом опыте на смеси с 50% кислорода и кокса с повышенной зольностью (А^с=17,8%) было получено следую-

щее использование углерода кокса:

Перешло углерода в газ	93,5%
Потери углерода в шлаке	3,5%
Потери углерода в уносе	2,0%
Прочие потери	1,0%
100,0%	

Эффективность осуществлённой замены периодического способа производства водяного газа непрерывным процессом на обогащённом кислородом дутье применительно только к описываемой нами газостанции выражается следующим снижением расходных коэффициентов по процессу газификации:

По коксу	на 25—30%
По пару	на 40—50%
По электроэнергии (без учёта кислорода)	на 30—40%
По промышленной воде	на 30%

Указанное снижение расходных коэффициентов даёт экономию по коксу и углю, измеряемую тысячами тонн в год.

Общее улучшение работы газостанции

Все приведённые ранее данные по производительности, расходным коэффициентам и

Таблица 2

другим показателям не исчерпывают преимуществ применения кислорода. С переходом на непрерывный процесс достигается коренное улучшение работы всей газогенераторной станции. С момента применения кислородного дутья были устранены все основные неполадки в работе газогенераторов, вызываемые нарушениями в действии гидроавтоматики, задвижек, клапанов и пр. Радикально улучшились условия эксплуатации оборудования и, в первую очередь, котла-утилизатора, футеровки, механизмов газогенератора, приборов автоматического контроля и т. д.

Всё это предопределяет удлинение срока службы оборудования, снижение аварийности и простоев, сокращение ремонтов и т. д. Весьма значительно, примерно на 30—40%, уменьшается штат обслуживающего персонала, особенно ремонтного. Указанные изменения в условиях эксплуатации повышают надёж-

ность работы газостанции и резко снижают эксплуатационные расходы.

Ко всему сказанному необходимо добавить весьма важное обстоятельство — это несравненное улучшение санитарно-гигиенических условий труда. Отсутствие периодических выбросов в атмосферу газов горячего дутья, со значительной запылённостью, содержанием CO и сернистых газов, сокращение утечек газа через сальники — газовых задвижек и пр. создаёт несравненно более культурные и здоровые условия работы в цехе и на окружающей территории.

Сравнение показателей газификации на обогащённом дутье с периодическим способом производства полуводяного газа для синтеза аммиака

В табл. 3 приведены некоторые сравнительные показатели производства полуводяного газа для синтеза аммиака на кислородном дутье и обычным способом. Первый метод показывает крупные преимущества по интенсивности, выходу $(CO + H_2)$ на 1 т кокса и кпд процесса. В то же время, качество газа в этом случае несколько ниже, вследствие большего содержания балласта в виде CO_2 .

В случае применения такого газа для синтеза неблагоприятной особенностью его является более высокое отношение в нём $\frac{CO}{CO + H_2}$, которое в основном характеризует количество CO_2 , приходящееся на 1 м³ H_2 после того, как газ пройдёт конверсию CO. Для газа, полученного на кислородном дутье, это соотношение достигает 0,75 против 0,56 в обычном полуводяном газе. В результате расход такого газа на единицу продукта оказывается приблизительно на 12% более высоким.

Соответственно этому должны увеличиться затраты на компрессию газа. Чтобы избежать этого, для такого газа может быть применена предварительная этаноламинная очистка от CO_2 , что в основном устранит все претензии к качеству газа.

Ввиду различия в качестве газа для удобства сравнения расходные коэффициенты приводятся нами на 1 т аммиака. По всем основным видам сырья и энергии расходные коэффициенты по процессу газификации показывают значительное снижение, хотя и несколько меньшее, чем получено нами на опи- сываемой газостанции.

Для оценки влияния указанного выше снижения качества газа, полученного на кислородном дутье, и связанного с этим удорожания его переработки были проделаны ориентировочные подсчёты по суммарным

Таблица 3
Сравнительные показатели по производству полуводяного газа для синтеза аммиака

Наименование	Единица измерения	Кислородное дутьё (47% O ₂)	Период. процесс
Состав газа CO ₂	%	15,0	6,0
CO	%	33,7	34,0
H ₂	%	30,8	37,4
CH ₄	%	0,5	0,5
N ₂	%	19,7	21,9
H ₂ S	%	0,3	0,2
$(CO + H_2)$	—	3,27	3,26
Выход (суммы $(CO + H_2)$) на 1 т кокса	м ³ /т	1790	1210
Коэффициент газификации	%	80	60
Производительность газогенератора на 1 м ² сечения шахты	м ³ /час	1200	650
То же по аммиаку	т/час	0,315	0,194
Основные расходные коэффициенты по процессу газификации на 1 т аммиака			
Кокс металлургический (C ^p = 80%)	т/т	1,5	2,0
Пар низкого давления на газификацию	т/т	1,8	2,3
То же с учётом прочих расходов	т/т	2,0	2,6
Возврат пара из котла-утилизатора	т/т	1,1	0—1,3
Электроэнергия на производство (без кислорода)	квт-ч/т	80,0	120
Вода промышленная	м ³ /т	75	130
Кислород технический (98%)	м ³ /т	520	—

энергозатратам на производство аммиака в целом. При этом считалось, что на компрессию газ поступает без очистки от CO_2 . Для производства кислорода был принят расход электроэнергии, равный 0,4 квт-ч/м³.

В табл. 4 приведены суммарные энергозатраты в условном топливе на 1 т аммиака. Приведённые цифры показывают, насколько значительно влияет повышенное содержание CO_2 в газе, удорожая переработку

газа и снижая эффективность, достигаемую при газификации. Применение очистки газа от CO_2 до компрессии может существенно изменить картину в лучшую сторону.

В части капитальных затрат достигается значительная экономия, главным образом, за счёт смежных областей народного хозяйства

Таблица 4

Суммарные энергозатраты в условном топливе на 1 т аммиака

Стадия производства	Единица измерения	Периодич. способ производства полуводяного газа	Полуводяной газ с применением кислорода	Снижение в %
Производство газа	t	2,4	1,9	21,0
Производство аммиака (включая газ)	t	4,3	4,0	7,0

Примечание. Для пересчётов в условное топливо приняты следующие переводные коэффициенты: 1 т кокса = 1,1/т условного топлива, 1 т пара = 0,12 т условного топлива, 1-кат-ч = 0,60 кг условного топлива.

(угледобыча, коксование, энергетика, транспорт). Стоимость строительства кислородной станции в основном покрывается экономией по капиталовложениям в газогенераторную станцию.

Сейчас ещё трудно полностью учесть эффективность нового процесса в части эксплуатационных преимуществ непрерывного процесса и в том числе сокращение расходов на ремонт, увеличение амортизационных сроков для оборудования, сокращение обслуживающего персонала по профессиям тяжёлого труда (угледобыча и газовый цех). Всё это, а также общее оздоровление условий труда и переход к несравненно более высокой культуре производства, представляет весьма крупные преимущества применения кислорода в производстве технологического газа. Эксплуатационная практика уже подтверждает изложенное выше.

Газостанция, эксплуатируемая на кислородном дутье, в настоящее время является во всех отношениях наиболее совершенной в химической промышленности СССР.

Весьма большим преимуществом непрерывного процесса является также возможность перехода на менее ценное топливо — кокс-орешек. Последний расценивается в 35—41 руб. против 70 руб. 50 коп. за тонну металлургического кокса. Это даёт значительное снижение себестоимости газа.

ВЫВОДЫ

1. Осуществлённый перевод газостанции на непрерывный процесс с применением кислорода показал большие преимущества нового процесса газификации. Достигнута большая интенсификация газогенераторов и экономия 25—30% дефицитного металлургического кокса, угля и других материалов.

2. Применение кислорода переводит производство технологического газа из кокса на более высокую техническую ступень, экономически оправдывается, а потому может быть широко рекомендовано.

3. Процесс обладает существенным недостатком, заключающемся в повышенном содержании CO_2 в газе, что несколько удорожает переработку последнего.

4. Для достижения оптимальных показателей необходимо дальнейшее совершенствование самого процесса газификации, а также очистки газа от CO_2 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздь, Двойной водяной газ (перевод с немецкого), 1934 г.
2. Дольх П., Водяной газ (перевод с немецкого), 1938 г.
3. «Химическая техника», 1940 г., № 1 (специальный выпуск журнала «Германская техника»).
4. Вопросы газификации твёрдых топлив. Сборник статей, выпуск 1, 1936 г. Пацуков Н. Г., Газификация низкосортного топлива с парокислородным дутьём.
5. Отчёт ВНИГИ, Газификация сулюктинского угля паровоздушным и парокислородным дутьём. 1936 г.
6. Полубояринов Г. Н., Газификация кускового подмосковного угля на парокислородном дутье, Бюллетень «Кислород», № 2, 1944 г.