

тор ГИА испытан в промышленном масштабе, он может газифицировать 30—40 т топлива в сутки. Получаемый при этом газ бесспорно пригоден для переработки в аммиак и жидкое горючее. Поэтому описываемый метод газификации следует рекомендовать для применения в широком масштабе. С экономической точки зрения он оказывается не слишком дорогим.

Получение кислорода для газификации топлива по методу Винклера потребует больших затрат энергии. Рентабельность всего процесса в целом можно определить путём детальных подсчётов, данные для которых уже имеются. Расчёты, произведённые мною, показывают, что при затратах электроэнергии на 1 м³ кислорода, равных 0,4 квтч, и капитальных затратах на кислородные установки, равных 500—600 рублей на м³ в час, а также при получении газа без смол и метана, экономика процесса складывается невыгодно. При снижении капитальных затрат на установку и при получении по методу Винклера метана и смол экономические показатели значительно улучшатся.

Акад. П. Л. Капица: Очень жаль, что опытный газогенератор ГИА, о котором здесь сообщалось, эксплуатировался очень корот-

кое время и недостаточно полно. Интересно было бы иметь более широкие и твёрдые данные о процессе. Следует просить Наркомат химической промышленности СССР провести испытание работы генератора на чистом кислороде и проверить возможность газификации в нём торфа.

Здесь высказывались противоречивые взгляды относительно экономики процесса. Мне кажется, что целесообразно в первую очередь получить все технические показатели, а экономические вопросы оставить пока в стороне. Нужно прямо сказать, что в ряде случаев метод газификации в «кипящем» слое оправдает себя, даже если он будет стоить дороже, чем применяемые сейчас процессы. Именно условия нашей страны разрешают нам стремиться к рациональному производству. Здравый смысл и техническое чутьё могут нам подсказать правильный путь в этом направлении. Не следует преувеличивать значения экономических расчётов, — есть другие факторы, которые в нашей стране определяют значимость того или иного процесса. Нужно развивать различные методы газификации топлива. Чем больше разнообразных способов производства газа будет в нашем распоряжении, тем более гибким станет наше хозяйство.

ГАЗИФИКАЦИЯ КУСКОВОГО ПОДМОСКОВНОГО УГЛЯ НА ПАРОКИСЛОРОДНОМ ДУТЬЕ*)

Инж. Г. Н. ПОЛУБОЯРИНОВ

Инженер Георгий Николаевич Полубояринов в 1924 г. окончил Московское Высшее техническое училище по факультету технологии топлива. Он работал по конструированию и наладке газогенераторных установок в Стальпрокте, Гипроазоте, Газогенераторстрое и других организациях. Руководил опытными работами по газификации подмосковного угля на парокислородном дутье в 1933 г., а также специальной группой в Гипроазоте по разработке и освоению процесса газификации углей в «кипящем» слое на дутье, обогащённом кислородом (с 1935 по 1941 г.).

Данные экспериментальных работ по замене воздуха при газификации подмосковного угля кислородом с целью получения газа, пригодного для синтеза аммиака, спир-

тов и жидкого топлива представляют бесспорный интерес для освещения задач кислородной газификации.

Приведённые в промышленном масштабе опыты дали результаты, позволяющие считать процесс газификации на парокислородном дутье освоенным в степени, достаточной для

*) Доклад на заседании Технического совета Главкислорода при СНК СССР 19 октября 1943 г.

внедрения его в промышленность для получения как технологического, так и энергетического газа.

Рентабельность практического применения приведенного способа газификации зависит в значительной степени от себестоимости кислорода. В настоящей статье рассматриваются реальные способы снижения расхода кислорода и пути интенсификации процесса. В заключении приводятся сравнительные данные по себестоимости производства газа для промышленных печей и производится энергетическое сравнение данного способа с другими. Основной наш вывод таков: описанный ниже способ газификации может быть внедрён в промышленность, как простой, позволяющий газифицировать сырой уголь и не требующий сложной технологической схемы для осуществления.

К мысли о замене воздуха в газификации чистым кислородом, с целью исключить из состава балластный азот пришли ещё в прошлом столетии и на осуществление такого процесса был взят ряд патентов. Как тогда, так

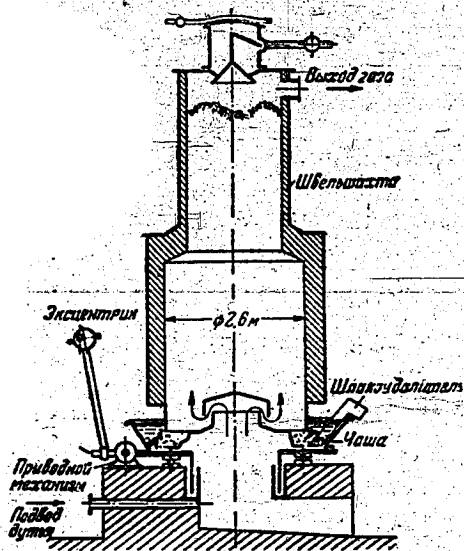


Рис. 1. Газогенератор со швельшахтой и колосниковой решёткой типа Хильгера, испытанный в 1933 г. бригадой Гипроазота.

и в последовавшие за первой мировой войной годы (1920—1923), интерес к газификации на кислороде, даже в таких развитых странах, как США, не пошёл дальше опытов в полупромышленных масштабах.

В Германии в 1926 г. были проведены аналогичные опыты в полузаводском масштабе. Дальнейшего развития процесс не получил в силу значительной себестоимости кислорода. Вместе с тем и получаемый газ, по своему составу, представлял известные труд-

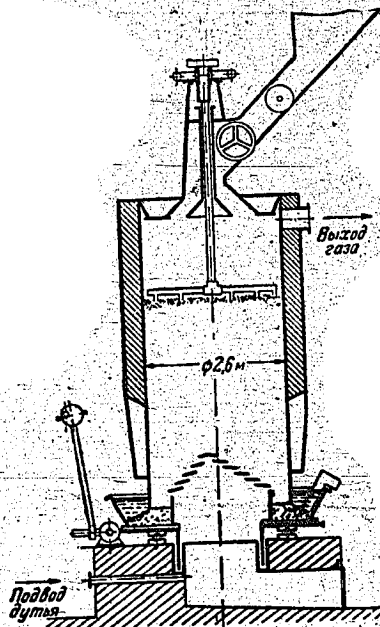


Рис. 2. Газогенератор с механизированной загрузкой, испытанный в 1936 г.

ности для переработки в потенциальный водород или в азото-водородную смесь для синтеза аммиака.

В СССР были осуществлены опыты газификации подмосковных углей на парокислородном дутье с целью получения технологического газа для синтеза аммиака. Эти опыты были проведены в 1933 г. бригадой Гипроазота в Горловке на генераторе промышленного масштаба и повторены там же в 1935—1936 гг. Всесоюзным научно-исследовательским институтом газа и жидкого топлива. На рис. 1 показан эскиз газогенератора, испытанного в Горловке в 1933 г. В последующих опытах генератор был несколько видоизменён. Его эскиз изображён на рис. 2.

В табл. 1 приведены данные химического состава и теплотворной способности газа, полученного при газификации подмосковного угля, в сравнении с водяным газом из кокса.

Таблица 1

Химический состав и теплотворная способность генераторного газа из подмосковного угля и водяного газа из кокса

	Водяной газ из кокса	Газ из подмосковного угля
CO ₂ , %	7,5	8,5
C _m H _n , %	—	0,3
CO, %	39,0	22,0
CH ₄ , %	0,5	2,4
H ₂ , %	49,0	16,0
N ₂ , %	4,0	50,8
	100,0	100,0
Балласт, %	11,5	59,3
Сумма CO + H ₂ , %	88	38
Q _н ккал/м ³	2 480	1 350

Состав подмосковного угля, применявшегося для газификации в Горловке, приведен в табл. 2. Следует отметить весьма высокую влажность угля, большое содержание в нём золы и значительное содержание серы. Последняя примерно на 50—60% представлена в виде пиритной серы.

Таблица 2

Примерный состав подмосковного угля

	Рабочий (в %)	Сухой (в %)	Горячая масса (в %)
Влажность	28—36 Средн. 33		
Зола	18	24—28 Средн. 27	
Сера общая	2,5	3—5 Средн. 3,75	5,0
Углерод	33,26		68,0
Водород	2,54		5,2
Кислород	9,96		20,3
Азот	0,74		1,5
Легучие вещества	23,5		48,0
Нелетучий углерод	25,5		52,0
Теплотворная способность Q _н	2 890 ккал		Около 6 370 ккал
Содержание FeS ₂		Около 2,6	

При постановке опытов возникали опасения, что газификация сырого угля будет затруднена и часть кислорода будет непроизводительно расходоваться на испарение влаги. Большое содержание золы должно было бы обусловить значительные потери с ней угле-

рода. Однако, наибольшие опасения вызвало наличие в угле пирита. Последний обладает сравнительно малой тугоплавкостью, а в силу этого, в области высоких температур в слое топлива склонен размягчаться, плавиться и смачивать прилегающие и окружающие частицы вообще тугоплавкой золы угля. Образующиеся в результате этого явления комья клинкера и шлака нарушают равномерность сопротивления слоя топлива, что приводит к прогарам и другим искажениям процесса.

Целью первых стадий опытных работ в 1933 г. было отыскание такого режима, при котором газогенератор, устойчиво и нормально работающий на паровоздушном дутье, с переводом его на парокислородное дутье продолжал бы работать также без затруднений. Описания в отношении этих затруднений возникали ещё и в связи с тем, что при переходе на парокислородное дутье концентрация кислорода в дутье возрастает, а это должно повести к повышению средней температуры в зоне горения и увеличению опасности образования комьев шлака (см. табл. 3).

Таблица 3

Зависимость средней температуры в зоне горения от концентрации кислорода в дутье

	Паровоздушное дутье	Парокислородное дутье			
Температура насыщения (° Ц)	58	92	91	90	89
Состав дутья в % объема:					
O ₂	17,2	22,4	25,6	28,1	30,2
N ₂	64,9	2,6	2,4	2,4	3,0
H ₂ O	17,9	75,0	72,0	69,5	66,8
Примерная температура (средняя) в зоне горения — газификации (° Ц)	Около 1 150	1 000	1 150	1 225	1 300

После того, как первый опыт показал, что процесс газификации на парокислородном дутье идёт спокойно, и даже более спокойно, чем на воздушном дутье, газогенератор был переведён на парокислородное дутье и на нём были последовательно проведены опыты для: а) нахождения оптимального состава дутья; б) доведения напряжения газифика-

Сводная таблица результатов опытов по газификации углей, проведённых в Горловке в 1933 и 1936 гг.

	1933 год						1936 год		
	28—30	26—27	2—5	8—10	13—14	15—17	Январь		
	VI	VIII	IX	IX	IX	IX	№ 3	№ 4	№ 4
Топливо: марка	Орех (20—50 мм)						Орех		
месторождение	Сталиногорское						Щекинское		
влажность	29,35		21,68	29,38	20,88	24,83	32,64	34,83	31,62
зольность	18,90		26,12	19,90	23,87	22,59	24,48	21,52	22,73
сера общая	2,72		2,60	2,48	2,54	2,38	4,07	2,64	—
Содержание O ₂ в сухом дутье (в %)	89,4	88,0	91,8	93,5	91,6	92,0	94,0	94,6	94,4
Температура насыщенного паром дутья (°Ц)	92	91,3	91	91	91	90	91,3	91,2	89
Часовой расход:									
угля (кг)	960		1060	1130			1230	1320	1150
тепл. кислор. (м ³)	162,7	198,5	157,5	177,0	158,0	158,0	173,0	189,0	208,0
пара (кг)	392	432	327	368	328	289	419	396	327
Состав газа (% объёма):									
углекислота	22,3	23,4	21,7	20,7	21,5	19,6	25,61	26,58	26,13
сероводород	2,4	2,3	2,3	2,3	2,7	2,3	2,62	1,55	0,74
кислород	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,44	0,25	0,43
тяжел. углеводороды	0,4	0,4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,46	0,54	0,43
метан	4,8	4,5	4,5	4,8	4,3	4,9	2,60	2,58	2,55
окись углерода	26,8	25,1	29,70	31,0	28,9	33,2	26,30	28,10	31,88
водород	39,8	40,4	38,10	37,4	38,5	36,3	37,71	35,86	30,84
азот	3,4	3,8	2,8	2,8	3,1	2,7	4,20	4,53	7,00
Температура газа на выходе (°Ц)	74,5	74	78	77,5	74,5	77	85	79	170
Теплотворная способность 1 м ³ сухого газа (низшая) (ккал)	2308	2248	2366	2432	2352	2489	2206	2157	2081
Выход газа:									
(м ³ /час)	756	985	750	870	800	730			
(м ³ /1 кг)	0,79	0,79	0,71	0,77	0,85	0,80	0,86	0,85	0,82
Длительность балансовой части опыта часов	48,5	24,75	54,75	48	24	52,5	167	74	57
Газогенератор:									
Ø шахты			2,6					2,6	
решётка			Хильгера				Керпели		Дейц
высота слоя топлива	4,5	4,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,1	2,1	2,1

ции до величины, достигнутой при газификации на воздухе; в) составления материального и теплового балансов процесса; г) газификации подсушенного (в барабанной сушилке) угля; д) получения газа с соотношением CO: H₂, близким к единице.

Позднее, в 1935—1936 гг., эти опыты были повторены с целью закрепления результатов опытов 1933 г. в более длительной эксплуатации.

Для последних опытов генератор был видоизменён, и надо признать, что его переделки частично были проведены недостаточно продуманно. Это обстоятельство, а вместе с тем и неудачный выбор угля для газификации (щекинский уголь) обусловили

получение результатов более низких, чем в 1933 г.

Некоторые основные данные перечисленных опытов приведены в табл. 4. В табл. 5 приведены сравнительные данные состава газов, полученных на парокислородном и паровоздушном дутье.

При сопоставлении результатов опытов газификации угля на паровоздушном дутье с опытами на парокислородном дутье замечаем, что выходы суммы потенциального водорода, а равно и суммы горючих частей газа, отнесённые к количеству углерода, перешедшего в газ, и к кислороду дутья, выше для процесса на парокислородном дутье. Это и закономерно, поскольку, например, энергия, рас-

ходуемая при воздушном дутье на нагрев азота, при работе на кислороде расходуется на получение водяного газа. Эффект проявляется с особой силой в том случае, когда содержание влаги в топливе снижается. Тогда

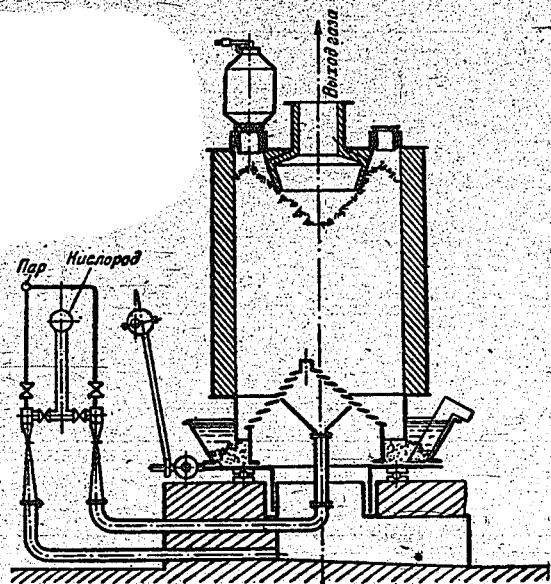


Рис. 3. Предлагаемая рациональная конструкция газогенератора для газификации подмосковного угля на парокислородном дутье.

тепла поднимающихся в слое газов с избытком достаточно для подготовки и подсушки вышележащих слоев. Это наглядно показано в табл. 6, в которой сведены основные показатели процесса газификации на парокислородном дутье углей: подмосковного, среднеазиатского (Сулюкта) и буроугольных брикетов (опыты Драве).

Таким образом, в результате опытов в Горловке: а) был освоен в промышленном масштабе процесс газификации на парокислородном дутье; б) было доказано, что процесс идет без затруднений и ход генератора даже легче, чем на воздухе; в) было установлено оптимальное соотношение пара и кислорода в дутье; г) были установлены составы и выходы газа при изменении количества кислорода в дутье и т. д.

Перечисленные результаты по овладению процессом газификации были достигнуты на сыром угле. Опыт газификации угля подсушенного (в барабанной сушилке) был неудачен, так как подмосковный уголь термически

Таблица 5

Сравнительный состав газов на паровоздушном и парокислородном дутье (по опытам в Горловке)

	Паровоздушное		Парокислородное	
	получен.	без азота	получен.	без азота
Состав газа (% объема):				
углекислота	8,5	17,0	21,5	22,1
сероводород	1,2	2,4	2,4	2,5
тяжелые углеводороды	0,3	0,6	0,6	0,6
кислород	—	—	—	—
окись углерода	22,0	43,6	31,0	31,8
водород	16,0	31,8	37,3	38,2
метан	2,4	4,7	4,7	4,8
азот	49,6	—	2,5	—
Сумма CO+H ₂ (%)	38,0	—	68,3	—
Сумма CO+H ₂ +CH ₄ +C _m H _n (%)	40,7	—	73,6	—
Расход O ₂ м ³ /м ³ газа	0,13	—	0,19	—
$\frac{\Sigma(CO+H_2)}{O_2}$ и $\frac{\Sigma(CO+H_2)}{O_2}$	1,14	2,92	1,17	3,60
$\frac{\Sigma \text{горючих}}{C \text{ газа}}$ и $\frac{\Sigma \text{горючих}}{O_2}$	1,22	3,13	1,26	3,92
Q _н ккал/м ³ (очищ. от H ₂ S)	—	1350	—	2450
Q _н ккал/м ³ (очищ. от H ₂ S и CO ₂)	—	—	—	3000

непрочен и при сушке измельчался. Мелочь образовывалась также и в слое в генераторе, что приводило к нарушениям процесса.

Опыты по интенсификации процесса не могли быть поставлены в силу того, что кислород подавался с перебоями и не в достаточном количестве.

Таблица 6

Показатели процесса газификации различных углей

Дутье	Подмосковный уголь		Сулюктинский уголь		Брикет буроугольный
	Паровоздушное	Парокислородное	Паровоздушное	Парокислородное	
Влажность угля	30%		19—20%		14,4%
Высота слоя	2,5 м		1,1 м	2,3 м	около 2 м
Выходы:					
$\frac{\Sigma(CO+H_2)}{C \text{ газа}}$	1,14	1,17	1,24	1,27	1,46
$\frac{\Sigma(CO+H_2)}{O_2}$	2,92	3,60	3,29	3,7	4,32
$\frac{\Sigma \text{горючих}}{C \text{ газа}}$	1,22	1,26	1,27	1,31	1,53
$\frac{\Sigma \text{горючих}}{O_2}$	3,13	3,88	3,36	3,83	4,52

Следует отметить, что полученный на установке газ, содержащий значительные количества углекислоты, метана, тяжелых углеводородов и сероводорода, отличался от того, который ожидался по расчётам. В проекте азотного завода на базе такого газа предпо-

В табл. 7 приводятся показатели замены нефти, сжигаемой в кузнечной печи, газами, полученными на паровоздушном или парокислородном дутье.

Таким образом, можно сделать вывод, что и кузнечные печи могут быть переведены на газ парокислородного процесса без всякой их переделки и без подогрева воздуха.

Таблица 7

Сравнительные данные по использованию газов из подмосковных углей и мазута в кузнечных печах

Необходимые температуры (°C):	Около 1300		
	Около 1750		
в печи калорим.	Около 1900 ($\alpha=1,2$)		
Калориметрическая температура горения мазута	паровоздушное		
Условия сжигания сравниваемых газов	H_2S	парокислородное	
газ очищен от рабочей теплотворная способность (ккал/м ³)	1300	H_2S	H_2S и CO_2
избыток воздуха α	1,1	2350	2900
необходимый нагрев воздуха (°C)	575	1,1	1,1
Калориметрическая температура газа при сжигании в данных условиях (°C)	0	0	0
Количество газа, заменяющее 1 кг мазута (м ³)	Около 1780	1775	1895
	7	5,3	3,45

Нами были сделаны примерные подсчёты технико-экономических показателей при газификации угля на паровоздушном и парокислородном дутье. Все эти подсчёты приведены в табл. 8 и 9. Расчёт велся на количество газа, способное заменить до 20 тыс. т мазута в год (табл. 8), при этом стоимость кислорода условно принята равной 10 коп. за 1 м³. Согласно имеющимся данным, в ближайшее время, благодаря внедрению нового способа получения газооб-

разного кислорода, эта стоимость будет значительно ниже.

Из анализа приведённых таблиц видно, что эффективность замены жидкого топлива газом парокислородного процесса в значительной степени определяется стоимостью кислорода.

Следует ещё упомянуть вкратце о смоле, получаемой при газификации подмосковного угля. Исследования этой смолы, произведённые И. Б. Ращопортом во ВНИГИ, показали, что продукты перегонки смолы обладают весьма низкими качествами, так как в смоле слишком много серы, пыли и влаги.

Точно так же малоудовлетворительные результаты получены и при крекинге этой смолы, как по выходу бензина, керосина, фенола, так и по их качеству. Хорошие результаты и высокие выходы лёгких погонов были полу-

лагалось осуществить его переработку, в азото-водородную смесь методом глубокого охлаждения. Усложнённая обработка и необходимость затраты меди на аппаратуру привели к пересмотру и отмене решения о внедрении изложенного способа газификации в промышленности.

Гипроазотом была сделана попытка сравнить себестоимость тонны синтетического аммиака, полученного из газов: а) полуводяного из кокса, б) при газификации мелочи подмосковного угля в «кипящем» слое, в) при газификации сырого кускового подмосковного угля на парокислородном дутье.

Оказалось, что стоимость тонны аммиака на основе газа из кокса самая низкая: несколько выше она на газе «кипящего» слоя; наиболее высокой стоимостью, ввиду сложности переработки, характеризуется парокислородный способ. Однако, стоимость аммиака колебалась не особенно резко (100% — для первого способа, 108% — для второго и 124% — для третьего).

Ограничивая этим соображение о пригодности газа для целей синтеза аммиака, следует вкратце рассмотреть ещё возможность применения газа, получаемого на парокислородном дутье, например, для отопления металлургических печей.

Рис. 4. Пневмоударный сепаратор системы П. И. Киселёва для отделения колчедана от угля.

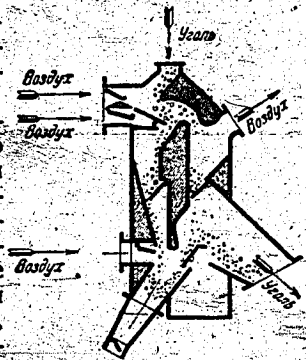


Рис. 4. Пневмоударный сепаратор системы П. И. Киселёва для отделения колчедана от угля.

чены лишь при деструктивной гидрогенизации, но против этого метода говорит сложность его осуществления. Таким образом, по-видимому, генераторная смола из подмосковного угля (при простых способах её пе-

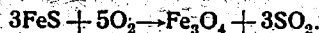
тельно и увеличения интенсивности процесса газификации, является отделение колчедана от угля.

Этот процесс осуществляется на электростанциях с помощью пневмоударного сепаратора системы П. И. Киселёва (рис. 4). При разделении угля на фракции и сепарации колчедана в каждой в отдельности удаётся достигнуть удаления колчедана на 90—95%.

Колчеданная сера, имеющаяся в угле, повышает расход кислорода при газификации и вызывает потерю водорода. Почти 60% серы в угле находится в виде FeS_2 . Это сернистое соединение при нагреве распадается по реакции:

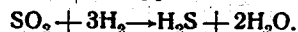


Далее, на колосниках, за счёт кислорода, идёт реакция:



Таким образом, на каждый процент серы колчедана дополнительно расходуются $0,006 \text{ м}^3$ кислорода на кг угля. На 1 м^3 газа перерасход кислорода выразится в $0,01 \text{ м}^3$, или 5,5% к общему количеству кислорода, потребного для газификации. Удаление серы колчедана на 90% позволит уменьшить расходы кислорода примерно на 5%.

Как известно, сернистый газ реагирует с водородом по уравнению:



При этом 1% серы колчедана вызывает потери $0,011 \text{ м}^3$ водорода на килограмм угля и уменьшает суммарный выход $CO + H_2$. Удаление из колчедана серы на 90% увеличивает выход горючих составляющих ($CO + H_2$) на 3% и снизит расход кислорода на 5%.

Значительное снижение расхода кислорода достигается также при перегреве дутьевой смеси. Так, например, перегрев парокисло-

Таблица 8

Годовые затраты на производство газа из подмосковного угля в количестве, заменяющем 20 000 тонн мазута

	Цена	Паровоздушное		Парокислородное	
		колич.	сумма (тыс. руб.)	колич.	сумма (тыс. руб.)
I. Основные материалы					
Уголь	20 руб/т	140 тыс. т	2 800	125 тыс. т	2 500
Кислород 100%	0,1 руб/м ³	—	—	$17,5 \cdot 10^6 \text{ м}^3$	1 750
Пар	12,6 руб/т	17,5 тыс. т	221	43,7 тыс. т	549
Электроэнергия	0,1 коп/квт	4,43 10^6	443	2,15 10^6	215
Вода	0,3 руб/м ³	135 тыс. м ³	41	70 тыс. м ³	21
		Итого 3 505		Итого 5 035	
II. Отходы					
Мелочь угля	20 руб/т	20 тыс. т	400	17 тыс. т	340
Смола	40 руб/т	3,7 тыс. т	148	2,2 тыс. т	88
		Итого 548		Итого 428	
Стоимость с учётом отходов		2 927		4 607	
III. Заработная плата производства					
		185		185	
IV. Цеховые расходы					
Зарплата служ. и вспомог. 27% начисл. на зарплату		110		110	
Текущий ремонт		11,4		11,4	
Амортизация		129		129	
Отопление и вентиляция		218		218	
Освещение		129		129	
Содержание, смазка и т. п.		56,5		56,5	
Охрана труда		17,1		17,1	
Прочие расходы		30,8		30,8	
		16		16	
		Итого 707,8		Итого 707,8	
Всего себестоимость		3 849,8 тыс. руб.		5 499,8 тыс. руб.	

реработки) не даёт рентабельных ценных продуктов.

В использовании кислорода для газификации угля проведены только первые опытные работы. Интенсификация и улучшение процесса газификации на парокислородном дутье ещё не производились. Однако, нужно сказать, что одним из путей, обеспечивающих как уменьшение расхода кислорода, так и снижение опасности шлакования, а следова-

Таблица 9

Техно-экономические показатели газогенераторных установок на паровоздушном и парокислородном дутье (за эквивалент взято количество газа, заменяющее 20 тыс. т мазута)

	Газы из подмосковного угля	
	на паровоздушном	на парокислородном
1. Количество газогенераторов \varnothing 3 м	10	10
2. Капиталовложения (без кислорода)	4 350 000	4 350 000
а) газогенераторная	3 150 000 руб.	3 150 000 руб.
б) сероочистка	1 200 000 руб.	1 200 000 руб.
на 1 000 м ³ газа (годовых)	25 руб.	47,5 руб.
на 1 000 ккал (газа годов. прод.)	1,85 коп.	1,94 коп.
3. Расходные показатели:		
уголь	140 000 т	125 000 т
пар	30 000 т	56 300 т
кислород	—	17,5 · 10 ⁶ м ³
электроэнергия	6 730 · 10 ³ квтч	4 450 · 10 ³ квтч
4. Выходы:		
газа	175 · 10 ⁶ м ³	92 · 10 ⁶ м ³
смоли	3 700 т	2 200 т
серы	2 300 т	2 300 т
5. Себестоимость газа	3 850 000	3 749 000
расходы на кислород	—	1 750 000
на 1 000 м ³	22 руб.	40,7 руб.
кислород	—	19,0 руб.
на 1 000 ккал	1,63 коп.	1,66 коп.
кислород	—	0,78

Таблица 10

Сравнение общих затрат угля при газификации различными способами

На 1 м ³ ΣСО+Н ₂	Парокислородное дутье		«Кипящий» слой		Двойной газ	
Расход на газификацию	1,73	—	1,67	—	3,25	—
Расход на получение пара	0,19	—	0,27	—	0,37	—
Возврат от использования энергии пара	—	0,11	—	0,14	—	0,20
Расход на энергию для получения кислорода	0,09	—	0,11	—	—	—
Возврат в виде рекуперированного тепла газов	—	—	—	0,50	—	1,32
Возврат в виде теплопроводной способности смолы	—	0,12	—	—	—	0,45
Возврат в виде теплопроводной способности пыли	—	—	—	0,50	—	—
Расход топлива на сушку	—	—	0,20	—	—	—
В сумме расходы и возврат	2,01	0,23	2,25	1,14	3,62	1,97
Общий расход	1,78	—	1,10	—	1,65	—

родного дутья на 350° экономит примерно 10% кислорода.

Общий эффект от обогащения угля в результате удаления серы и от перегрева дутья выражается в экономии около 15% кислорода и повышает выход потенциального водорода в общем на 22%.

Интенсивность газификации подмосковного угля много ниже той, которая достигнута в рядовой эксплуатации, например, челябинского бурого угля. Сепарация угля от колчедана способна увеличить общую тугоплавкость золы подмосковного угля, что позволит поднять температуру в зоне горения, без опасности вызвать возникновение шлаков. Благодаря этому при газификации подмосковного угля будет обеспечена возможность достигнуть той же интенсивности, что и для челябинского угля. В таком случае возрастёт и производительность газогенераторов, работающих на парокислородном дутье.

В заключение следует привести сравнительную таблицу (табл. 10) для трёх способов газификации, в которой все расходы на сушку, получение пара и электроэнергии, а также все отходы, как-то: смолы, отходящие газы, горячие и горючие (но не основной продукт) и пыль, представлены в виде эквивалентных им количеств сырого угля.

Из приведённой таблицы видно, что общий расход угля является наибольшим для процесса газификации на парокислородном дутье. Однако, сумма возврата, т. е. подлежащих утилизации отходов (что характери-

зует необходимость усложнения технологической схемы моментами утилизации), наименьшая у парокислородного способа. Это позволяет отметить наибольшую простоту его осуществления по сравнению с другими способами.

Выводы

1. Процесс газификации сырого кускового подмосковного угля на парокислородном дутье представляется в достаточной мере освоённым для осуществления его в промышленных масштабах.

2. Получаемый газ пригоден для целей синтеза, но требует усложнённых методов переработки.

3. Для энергетических целей такой газ способен заменить жидкое топливо для любых печей.

4. Значительные улучшения показателей процесса и повышение его интенсивности могут быть достигнуты проведением сравнительно простых мероприятий.

5. Представляется необходимым и целесообразным провести опыт промышленного применения способа в целях дальнейшего его совершенствования.

ГАЗИФИКАЦИЯ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА ВО ВЗВЕШЕННОМ СЛОЕ *)

Инж. С. А. ШАШКИН

Инженер Сергей Александрович Шашкин работает в области газификации топлив свыше 10 лет. После окончания в 1932 г. Московского Химико-технологического института имени Менделеева он работал во Всесоюзном Теплотехническом институте, а затем во Всесоюзном научно-исследовательском институте газа и искусственного жидкого топлива (ВНИГИ). Совместно с инженерами А. П. Михеевым, П. Х. Куриновым и др. С. А. Шашкин сконструировал и опробовал газогенератор для газификации фрезерного торфа и мелкозернистых углей.

Газовое топливо имеет исключительное значение для ряда ведущих отраслей промышленности: металлургии, металлообрабатывающей промышленности, промышленности огнеупорных материалов и др. Кроме того, газ является основным исходным полуфабрикатом во многих отраслях крупной химической промышленности как-то: синтезе аммиака, метанола, берганизации и т. п., и в военной промышленности.

Современная техника газификации почти исключительно основана на превращении твёрдого топлива в газ в газогенераторах для кускового топлива. Эта обычная техника газификации обладает следующими основными дефектами:

1) Для газогенераторов может служить только сортированное топливо, размером, во всяком случае, не ниже 10 мм.

Однако, заграничной и нашей практикой установлено, что для успешного ведения процесса газификации нужно иметь топливо размером кусков от 25 до 75 мм, т. е. сравнительно узкий класс наиболее высокоценного топлива.

Так, например, наши новые газогенераторные станции — Березниковская и Бобринковская, являющиеся вполне современными установками и имеют специальные сортировки, причём класс угля ниже 25 мм в газогенераторы не идёт.

2) Даже самые мощные современные механизированные газогенераторы имеют сравнительно ограниченную мощность порядка не выше 70 т угля в сутки.

3) Некоторые виды топлива, как, например, фрезерный торф, имеющий исключительное значение как местный вид топлива, не могут быть использованы для газификации в обычных газогенераторах для кускового топлива.

*) Доклад на заседании Технического совета Главкислорода при СНК СССР 2 ноября 1943 г.