

нялись. Решать её нужно на основе применения кислорода и обязательно использовать газификацию пылевидного топлива по поточному методу.

Удаление влаги можно обеспечить не только процессом испарения. В США, например, влагу не во всех случаях удаляют испарением.

При некоторых температурах влага легко удалается при помощи центробежных сил. Безусловно, нужно обеспечить освобождение топлива от излишней влаги, но это лучше всего сделать вне генератора, и затем добиваться производства высококалорийного газа с применением кислородного дутья.

ГАЗИФИКАЦИЯ ТВЁРДОГО ТОПЛИВА ПОД ДАВЛЕНИЕМ НА ПАРОКИСЛОРОДНОМ ДУТЬЕ*)

Кандидат технических наук С. С. ЛАЧИНОВ

Инженер Серафим Степанович Лачинов с 1932 г. работает в области применения высоких давлений в химической промышленности. Продолжительное время он работал в Ленинградском институте высоких давлений, где заведывал лабораторией. Тов. Лачинов разработал ряд производственных процессов, связанных с высокими давлениями и применяющихся в азотной и других отраслях промышленности. Он является старшим научным сотрудником Государственного института азота и имеет учёную степень кандидата технических наук.

Основным источником энергии для различных теплотехнических и отопительных устройств, для бытовых целей и т. п. пока ещё является энергия химического превращения: $C + O_2 = CO_2$. Повидимому также и в ближайшем будущем энергия, получаемая от окисления твёрдого углерода, будет иметь доминирующее значение (мощность гидроэнергетических установок составляет всего несколько процентов от мощности установок, использующих твёрдое и жидкое топливо). На долю твёрдого топлива приходится около 80% общего количества потребляемой энергии от окисления углерода (на долю нефти приблизительно 18% и природного газа около 3%) [1].

Весьма часто места добычи твёрдого топлива находятся на расстоянии сотен и тысяч километров от основных потребителей энергии — городов и промышленных центров. Перевозка угля от мест добычи к местам потребления нецелесообразна, а при низкосортных углях совершенно недопустима; так как одновременно приходится перевозить большее количество воды и породы. Кроме того,

распределение твёрдого топлива по большому числу мест с небольшим потреблением и особенно для бытовых целей весьма неудобно и требует громоздких печей для сжигания.

Удобной для транспорта формой энергии является электрическая энергия. Создавая высокое напряжение, можно передавать большие мощности на далёкие расстояния при малых потерях. Однако, ещё не найден способ превращения выделяющейся химической энергии окисления углерода непосредственно в электрическую. Проблема топливного гальванического элемента ещё не решена. Сначала энергию получают в виде тепловой, а затем тепловую энергию уже трансформируют в электрическую. Такой сложный переход приводит к тому, что только около 15—20% химической энергии, выделяющейся при окислении углерода, превращается в электрическую, а около 80—85% безвозвратно теряется.

В случае применения электрической энергии для нагревов происходят ещё более значительные теплотери, и, таким образом, фактически используется для нагрева не более 10% энергии, выделяющейся при сжигании твёрдого топлива.

*) Доклад на заседании Технического совета Главкислорода при СНК СССР 23 ноября 1943 г.

Совершенно иначе обстоит дело при переводе углерода топлива в его газообразные соединения на месте добычи и транспортировке газовых смесей по трубопроводам к местам потребления. Прежде всего, при газификации углерода используется около 80% энергии окисления углерода и лишь около

Таблица 1
Газификация бурого угля при повышенном давлении смесью кислород — водяной пар (по Ф. Данулат)

Давление газификации в атм.	1	5	10	20	30	40	
	2	3	4	5	6	7	
Состав сырого газа освобожденно от водяного пара (в объёмн. %)	CH ₄	2.4	9.5	14.4	19.8	23.2	25.2
	CO	46.6	30.2	23.9	18.9	16.1	14.5
	H ₂	38.2	36.5	33.1	28.2	25.2	23.3
	CO ₂	12.8	23.8	28.6	33.1	35.5	37.0
Состав чистого газа, свободного от CO ₂ (в объёмн. %)	CH ₄	2.7	12.5	20.2	29.6	36.0	40.0
	CO	53.5	39.6	33.4	28.2	25.0	23.0
	H ₂	43.8	47.9	46.4	42.2	39.0	37.0
Теплота сжигания чистого газа (в ккал/м ³)	3220	3860	4350	4960	5380	5640	
Расход кислорода (в м ³ на м ³ чистого газа)	0,168	0,147	0,134	0,127	0,121	0,117	
Расход водяного пара (в кг на м ³ чистого газа)	0,464	0,801	1,01	1,24	1,38	1,48	
Выход чистого газа (в м ³ на кг углерода)	2,64	2,24	1,99	1,74	1,61	1,53	
Термическ. коэффициент полезного действия (в %)	91,1	89,6	88,2	87,1	86,6	86,3	

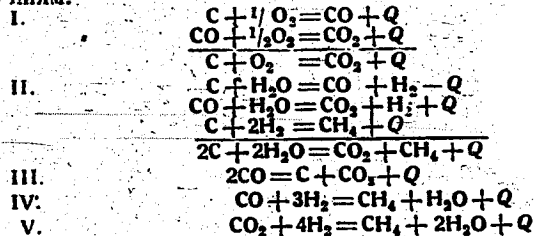
20% теряется. Транспортировка от мест добычи к местам потребления и разветвленная подача к отдельным большим и малым точкам потребления весьма удобны. Также весьма удобны и компактны устройства для сжигания.

Таким образом, до тех пор пока не будет найден способ непосредственного перевода химической энергии окисления углерода в электрическую, способ газификации топлива является наилучшим, способом использо-

вания твердого топлива для теплотехнических и бытовых целей. Кроме того, методом газификации топлива можно получить технологическое сырьё для синтеза аммиака, метанола, бензина и т. п.

Что касается метода транспортировки газов, а также жидкостей по трубопроводам на большие расстояния, то этот метод уже освоен и с успехом применяется. Например, имеются трубопроводы для транспортировки природных газов и нефти на расстояния свыше тысячи километров. Ясно, что газовые смеси, транспортируемые для теплотехнических и бытовых целей, должны быть наиболее калорийными и получаться под повышенным давлением (так как при газификации под давлением приходится компримировать только кислород, объём которого в несколько раз меньше объёма газовых смесей газификации). Газовые смеси, удовлетворяющие указанному условию, даёт метод газификации под повышенным давлением на парокислородном дутье.

Процесс газификации твердого топлива под давлением на парокислородном дутье протекает по следующим основным уравнениям:



Из этих уравнений следует, что образование метана и углекислоты проходит с выделением тепла и с уменьшением объёма. Поэтому, согласно принципу Ле-Шателье, с повышением давления и с понижением температуры в продуктах реакции увеличивается

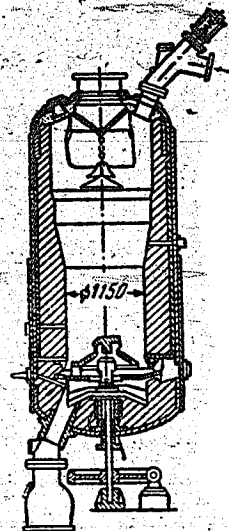
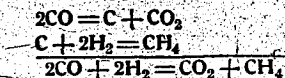


Рис. 1. Продольный разрез газогенератора высокого давления.

содержание метана и углекислоты. (См. также — термодинамические расчёты Рябцева [2], Филатова [3], Кагана и Литвина [4] и др.) Детальные исследования Брюкнера [5] в области температур 500—700° Ц при давлении до 80 атм. показали, что синтез CH_4 по существу идёт по уравнениям реакций:



Экспериментальные лабораторные данные полностью подтверждают теоретические

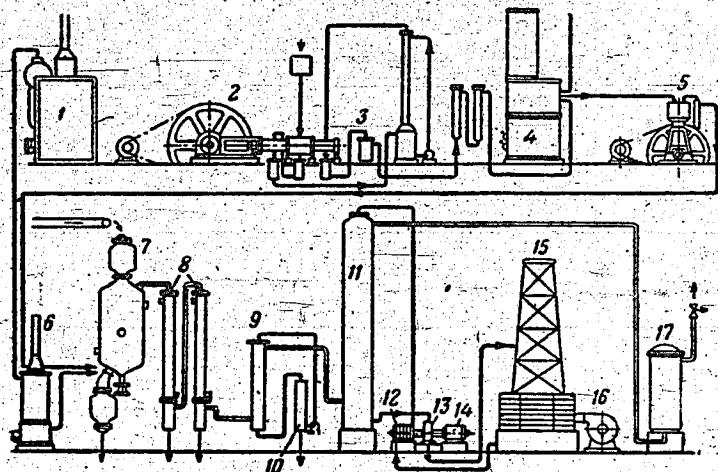


Рис. 2. Схема установки Лурги для газификации твердого топлива под давлением: 1 — паровой котёл, 2, 3, 4 — установка глубокого охлаждения для получения кислорода, 5 — кислородный компрессор, 6 — перегреватель, 7 — генератор, 8 — холодильник, 9 — аппарат для отмывки бензина, 10 — установка для выделения бензина, 11 — аппарат для промывки газовой смеси водой, 12, 13, 14 — турбина с мотором для использования энергии сжатой воды, 15, 16 — установка для дегазации воды продувкой воздухом, 17 — каплеотделитель.

предположения об увеличении содержания метана и углекислоты с повышением давления. В табл. 1 (на стр. 38) приведены данные Ф. Данулат [6].

Как следует из приведённых цифр, содержание метана увеличивается с повышением давления и при 40 атм. ($t^\circ = 700^\circ \text{Ц}$) достигает 40%. Благодаря увеличению содержания метана значительно возрастает теплопроводная способность газовой смеси.

Весьма интересно, что с повышением давления уменьшается расход кислорода. Это вполне естественно, так как реакция образования метана идёт с выделением тепла и в некоторой степени компенсирует в тепловом балансе генератора поглощение тепла при

реакции разложения водяного пара. Поэтому для ограничения окисления углерода требуется меньшее количество кислорода.

В 1936 г. была пущена первая производственная установка по методу Лурги в г. Гиршфельде (Саксония). Характеристика этой установки, производившей газ для теплотехнических целей, дана Брюкнером [6] и Эвансом [7]. Установка Лурги состоит из двух генераторов. На рис. 1 и 2 представлены общий вид генератора и технологическая схема.

Генератор имеет водяную рубашку (не показанную на рис. 1) для охлаждения материала корпуса, выдерживающего давление. Кислород из установки разделения воздуха и пар из парового котла поступают в перегреватель, в котором парокислородная смесь нагревается до 500°Ц и затем поступает в генератор. Образовавшаяся газовая смесь по двухдюймовому (около 50 мм) трубопроводу поступает в два холодильника. В первом выделяется смола, а во втором — среднее масло. Далее газовая смесь проходит по полуторадюймовому (около 36 мм) трубопроводу в аппарат для отмывки бензина с помощью масла. Затем газовая смесь проходит отмывку водой от CO_2 , H_2S и части сернистых соединений при давлении 20 атм. и заключительную сухую очистку от сернистых соединений. Получающаяся газовая смесь по четырёхдюймовому (около 100 мм) трубопроводу подаётся в г. Циттау,

находящийся на расстоянии около 10 км, для бытовых целей. Газопровод содержит шестичасовой запас газа. При газогенераторной установке имеются аппараты для выделения бензина из масла, турбина для рекуперации энергии сжатой воды и установка для дегазации воды продувкой воздухом. Следует отметить, как особое достоинство установки, её компактность.

Перед сдачей газогенераторной установки в эксплуатацию она была детально обследована. Ниже приводятся полученные данные. В табл. 2 приведён состав полученной газовой смеси.

В зависимости от состава бурого угля и условий газификации смолы получается от 4

до 10% и бензина от 1 до 2,5%. На рис. 3 приведена диаграмма теплового баланса генератора Лурги.

Таблица 2
Состав газовой смеси при газификации бурого угля в генераторах Лурги при 20 атм.

Сырой газ, %		Городской газ, %	
CO ₂ +H ₂ S	30,6	CO ₂	3,0
Насыщ. углеводор.	0,6	Насыщ. углеводор.	0,5
O ₂	0,1	CO	0,1
CO	16,5	CO	22,8
H ₂	34,0	H ₂	48,7
CH ₄	16,3	CH ₄	22,6
N ₂ +остаток	1,9	N ₂ +остаток	2,3
100,0		100,0	

Количество газифицированного угля при двух генераторах 21 500 кг/сутки. Производилось газа 16 020 м³/сутки (0°, 760 мм). Выход газа 760 м³/т. Напряженность газификации 746 кг/м²·час. Теплотворная способность (высшая) — 4 280 ккал/м³.

Эванс, обследовавший во главе группы английских инженеров генератор Лурги, указывает на следующие преимущества газификации под давлением:

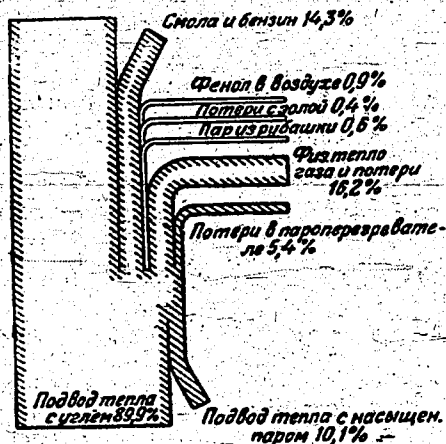


Рис. 3. Диаграмма теплового баланса газогенератора под давлением.

1. Уменьшение объемов аппаратуры.
2. Упрощение процессов очистки от H₂S и выделения бензина (сероводород почти полностью отмывается простой водой).
3. Компактность и простота установки.
4. Хорошее состояние аппаратуры, так как при работе под давлением легко обнару-

живаются все дефекты в состоянии аппаратов.

5. Увеличение скорости процесса и производительности единицы объема. Опытный агрегат Лурги работал на очень легком угле, содержащем значительное количество пыли, причем нагрузка составляла свыше 488 кг сухого, беззольного топлива на 1 м² сечения в час (100 англ. фунтов на 1 фут² в час). Однако, при этом на выходе из генератора не было заметно признаков пыли (при переработке этого топлива на обычном генераторе присутствовала пыль).

6. Контакт воздуха и пара с углем увеличивается во много раз, благодаря чему реакция идет при значительно более низких температурах по сравнению с работой под атмосферным давлением.

7. Благодаря давлению появляется возможность иметь большой избыток пара и, следовательно, газ с пониженным содержанием окиси углерода.

8. При повышенном содержании пара и кислорода и при более высокой скорости газификации в генераторе Лурги получается газ с содержанием до 80% H₂.

9. Если на предприятии имеется пар соответствующего давления, то при газификации под давлением необходимо компримировать только кислород, количество которого очень мало по сравнению с количеством получаемого водорода и т. д.

Таким образом, при работе этого первого и еще опытного генератора уже выяснились значительные преимущества газификации под давлением.

Примерный состав в процентах газовой смеси, получаемой в генераторе Лурги, после очистки от углекислоты, при различных видах топлива, приведен в статье инж. Тау [8] (см. табл. 3).

Таблица 3

Топливо	CO ₂	C _m H _n	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
Бурый уголь	1,0	0,9	—	27,9	55,7	13,0	1,5
Тощий уголь	1,0	0,3	0,2	29,2	57,5	10,1	1,7
Шведскокс	1,0	0,2	0,1	30,4	29,2	7,5	1,6

Зернистость угля была 5—20 мм, содержание влаги — 20% и золы — 8,4%. Выход газа — 850 м³/т. Нагрузка 600—800 кг/м²·час.

Весьма интересно, что с понижением давления и увеличением содержания водяного

пара выход метана значительно снижается (это показывают опыты и термодинамические расчёты), и образующаяся газовая смесь может быть уже использована для различного рода синтезов из водяного газа или для получения водорода. При использовании газовой смеси для синтеза бензина пригодны и метаносодержащие газовые смеси. При использовании каменного угля с 6,6% влаги и 6,0% золы в генераторах Лурги образуются газовые смеси для синтезов 1730 м³/т. при коксе с 10—14% влаги и 11,5—14,6% золы — 1520—1370 м³/т. Производительность по газовой смеси для синтезов каждого агрегата Лурги составляет при буром угле 5000 м³/час и при неспёкшемся каменном угле — 5700 м³/час. Расход на 1 м³ синтез-газа: 0,17—0,21 м³ кислорода, 1,0—1,25 кг пара и 0,23—0,28 квтч тока.

Для того, чтобы избежать образования метана и получить конечный газ, в котором $H_2 : CO = 2 : 1$, рекомендуют газификацию проводить при повышенном давлении на парокислородном дутье с добавкой углекислоты [9].

Для того, чтобы получить газовую смесь, совершенно не содержащую метана, необходимо, кроме избытка водяного пара и применения поддува углекислоты, изменить метод подачи топлива, а именно, подавать топливо мелкозернистым и снизу, причём лучше всего газификацию проводить в «кипящем» слое. При этом условии подаваемое топливо быстро приобретает высокую температуру в кислородной зоне, и сложные углеводородные топлива крекируются и газифицируются в кислородные соединения. Образующиеся в этих условиях газовые смеси вполне пригодны для синтеза аммиака, синтеза метанола и т. п.

Таким образом, меняя величину давления и состав газовых смесей дутья, а в отдельных случаях, и метод подачи топлива, можно получить газовую смесь на выходе из газогенератора почти любого заданного состава.

Тренкнер [10], разбирая вопрос о применении газификации твёрдого топлива под давлением в случае получения газовой смеси для теплотехнических целей и для синтеза бензина и др. продуктов, указывает, что «получение газа для синтеза отличается при этом от получения кондиционного городского газа только применяемым давлением. В то время, как для определённого бурого угля уже при 10 атм. получается газ, пригодный для синтеза, при повышении давления до 20 атм. можно уже получить городской газ, не

создавая никаких других условий производства, можно сегодня лишь догадываться» — маневренность для крупного газового хозяйства, можно сегодня лишь догадываться» — «Газификацией под давлением даётся возможность кооперировать химическую индустрию с газовым хозяйством так идеально, как это можно только себе представить». По заявлению Тренкнера, в 1939 г. в Германии строилась вторая газогенераторная установка по методу Лурги: «Она должна вступить в строй ещё в этом году. Полученный на этой установке газ предназначен для дальнего газоснабжения Средней Германии и Тюрингии». Эта установка пущена в 1940 г., мощность её около 17000 м³/час. Она полностью снабжала газом г. Лейпциг. Следует заметить, что давление 20 атм. достаточно для транспортировки газа на 200—300 км.

Необходимо упомянуть, что метод газификации под давлением упрощает очистку газовой смеси. Например, под давлением 10—20 атм. при помощи отмывки водой удаляются CO_2 , H_2S и главная масса органических сернистых соединений [11].

Для того, чтобы правильно оценить достоинства метода газификации твёрдого топлива под давлением, следует разобрать ещё следующий вопрос весьма большого значения, а именно, при каких давлениях надо проводить физические и химические процессы с газами и газовыми смесями, идущие без изменения объёма или с увеличением объёма. О том, что процессы, протекающие с уменьшением объёма, надо проводить с увеличением давления, уже всем хорошо известно. Что касается процессов, происходящих без изменения или с увеличением объёма, то принято считать, что такие процессы проводить под давлением нецелесообразно. Обоснованием такого мнения является неизменность или уменьшение с давлением равновесных концентраций. Однако, следует возразить, что практическая целесообразность связана не только с величинами равновесных концентраций, но и с интенсивностью процесса, коэффициентами теплопередачи, адсорбции и абсорбции и т. д., расходом металла и других материалов на строительство аппаратуры и зданий и т. п. Поэтому сейчас уже никого не удивляет применение повышенных температур в экзотермических процессах. Ведь в этих процессах с повышением температуры равновесные концентрации понижаются. Однако, синтез аммиака проводят, например, при 500°C, хотя при 300° равновесные кон

центрации значительно выше. Причина та, что скорость процесса при 300° столь мала, что аммиака практически получается в несколько раз меньше, чем при 500°. Поэтому газовые реакции без изменения объема целесообразно проводить при повышенном давлении, так как благодаря увеличению концентрации в единице объема, увеличению времени контакта и т. п. скорость процессов будет значительно выше, чем при атмосферном давлении. Это же относится и к реакциям с увеличением объема. Однако, в этом случае надо применять невысокие давления, в некоторых случаях всего несколько атмосфер. Например, если применить для конверсии метана с водяным паром ($\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$ или $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$) давление порядка 5 атм., то уменьшение равновесных концентраций будет мало, тем более, что их можно выправить, взяв некоторый избыток пара, а габариты аппаратов уменьшатся в 5 раз и значительно возрастут скорость и полнота процесса (до CO_2 и H_2), коэффициенты теплопередачи, упростится очистка и пр.

Таким образом, наш вывод таков: газы и газовые смеси при атмосферном давлении представляют вещества в слишком разреженном состоянии и поэтому для увеличения концентрации вещества в единице объема и увеличения интенсивности процессов, протекающих без изменения или с увеличением объема, необходимо применять повышенное давление в несколько или несколько десятков атмосфер.

Для иллюстрации приведем пример влияния высоких давлений на процесс конверсии окиси углерода $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$. Этот процесс идет без изменения объема. Однако, по данным инж. Ивановского (Институт азота) при увеличении давления до 26 атм. скорость конверсии увеличивается в 10 раз. Согласно проведенным опытом на полуавтоматической установке в Березниковском Химкомбинате при повышении давления от 1 до 26 атм. экономичность указанного процесса возрастает вдвое:

Давление (атм.)	Стоимость (в рублях)	
	на 1000 м ³ конверсионного газа	на 1 т аммиака
1	16	57
6	13	43
16	10	36
26	8	27

В заграничной практике уже в течение нескольких лет осуществляется конверсия окиси углерода под давлением до 30 атм. Согласно данным Шюсселя [12], конверсия окиси углерода осуществляется в ряде стран на нескольких установках, причём первая установка пущена в 1934 г., производительностью 80 тыс. м³ в сутки при давлении 6—8 атм., вторая — в 1936 г., производительностью до 200 тыс. м³ в сутки при давлении 10—12 атм., третья — в 1938 г. — 65 тыс. м³ в сутки и четвертая — в 1939 г. — 100 тыс. м³ в сутки; последние две при давлении 12 атм. Необходимо заметить, что применение давления содействовало осуществлению низкотемпературной конверсии, так как процесс осуществлён при 360—400° Ц, что весьма выгодно уже для полноты конверсии и со стороны равновесных концентраций. На заводах Дюпона в Белле (США) применяют при конверсии окиси углерода давление 30 атм. [13]. Это давление позволяет проводить очистку исходных газовых смесей в довольно высокой степени от H_2S и соединений органической серы и очистку конвертированного газа от углекислоты. Следует упомянуть, что и синтез бензина по Фишеру в последние годы начинает осуществляться с применением давления 10—15 атм. при сохранении прежней температуры — 200° Ц [14].

Таким образом, газовая смесь, которая должна быть подвергнута химической переработке под давлением, должна получаться путём газификации твёрдого топлива под давлением.

В заключение следует указать, что в отдельных случаях, особенно при дальнем снабжении высококалорийным газом, целесообразно комбинировать парокислородную газификацию топлива под давлением (при условии получения водорода, как основного продукта), с газификацией топлива гидрированием под давлением. В поставленных в Англии опытах [15] показано, что при давлении 50 атм. получается богатый метаном газ с теплосодержанием около 5000 ккал/м³. Выделение газа начинается при 450—500°, и топливо почти полностью газифицируется. При этом опыты, поставленные при давлении до 200 атм., показали, что, варьируя условия давления и температуры, можно получить гидрированием топлива или газовые смеси, богатые метаном и кокс весьма высокой активности или проводить полную газификацию углерода в высококалорийный газ. При дальнем газоснабжении для теплотехнических це-

лей, безусловно, более целесообразно транспортировать метан или обогащенные метаном газовые смеси, чем водяной газ или водород, так как в первом случае для получения одного и того же количества тепла, объемы газов будут в несколько раз меньше.

Каковы же трудности, которые необходимо преодолеть для мощного развития метода газификации твердого топлива под давлением? Основная трудность заключается, безусловно, в аппаратном оформлении процесса. Весьма трудно осуществить аппарат с большим объемом даже для работы под давлением в несколько десятков атм., так как для получения надежной прочности требуется изготовлять аппараты с довольно большой толщиной стенок. Однако, последние успехи в области изготовления аппаратов большой производственной мощности для цехов конверсии окиси углерода под давлением 12—30 атм., а также и осуществление фишерского процесса при 12—15 атм. дают уверенность в успешном разрешении аппаратного вопроса и для процесса газификации. На рис. 1 и 2 представлен газогенератор Лурги и схема его промышленной установки. Хотя на этих рисунках и не показаны наиболее ответственные узлы, а именно подача топлива и удаление золы, однако, эти вопросы в настоящее время не являются уже столь трудными в разрешении. Например, для непрерывной подачи топлива можно применить устройство типа колбасной машины (архимедов винт с губусом), а для удаления золы — камеру периодического действия. Одним из замечательных и весьма благоприятных качеств газификации топлива под давлением является возможность полной газификации углерода топлива при температурах ниже температуры плавления золы; таким образом, газификация проходит при температурах до 800°, а плавление золы происходит не ниже 900—1000°. Это обстоятельство значительно упрощает конструирование генератора и навсегда устраняет опасность зашлаковать генератор. Повидимому, наиболее подходящую конструкцию газогенератора можно будет получить при применении принципа инж. Кархова (Институт азота), т. е. в процессе газификации получать «сыпучую золу».

В 1939 г. отечественные заводы могли изготовлять аппараты с диаметром до 3—4 м для давлений до 30 атм. Такого диаметра газогенератор при учете устройства внутренней теплоизоляции может иметь площадь зоны нижнего дутья около 2—3 м² и газифици-

ровать в худшем случае 2—3 т топлива в час. Наиболее целесообразный путь в развитии способа газификации топлива под давлением в СССР — проектирование и постройка одного генератора, возможно более мощного по уровню техники нашего аппаратостроения, т. е. генератора при давлении 20—30 атм., мощностью 3000—5000 м³/час, и уже на основе опыта его работы определить окончательную конструкцию и мощность промышленных генераторов повышенного давления. Кроме того, в лабораторных условиях следует детально изучить физико-химическую сторону процесса.

Не считая целесообразным разбирать здесь отдельные элементы конструкции, которые определяются при конкретном проектировании, необходимо указать, что значение метода газификации топлива под давлением для всего народного хозяйства очень велико и машиностроительная техника для осуществления этого метода вполне подготовлена.

Выводы

1. До тех пор, пока не будут найдены технические способы непосредственной трансформации химической энергии, выделяющейся при окислении углерода, в электрическую, метод газификации твердого топлива является единственным целесообразным методом дальнего энергоснабжения и получения технологического сырья для синтезов различных продуктов.

2. Метод газификации твердого топлива под повышенным давлением на парокислородном дутье является наиболее передовым и прогрессивным методом, так как при давлении 20 атм. в генераторах Лурги можно получать высококалорийный газ; изменяя давление и состав газовой смеси дутья, а в отдельных случаях и метод подачи топлива, можно получить газовую смесь на выходе из генератора почти любого состава.

Газовую смесь при 20 атм. за счет падения давления до атмосферного можно транспортировать на 200—300 км.

3. Газовые смеси должны получаться и подвергаться физико-химической и химической обработке только под повышенным давлением.

Величина давления подбирается наиболее целесообразной для каждого конкретного случая.

4. При дальнем газоснабжении для теплотехнических целей необходимо транспорти-

ровать метан или значительно обогащенные метаном газовые смеси, для чего, в отдельных случаях, следует комбинировать парокислородную газификацию для получения водорода с гидрированием топлива под давлением 100—200 атм.

5. Вследствие огромного значения метода газификации топлива под давлением для всего народного хозяйства и подготовленности нашей машиностроительной техники для осуществления этого метода — необходимо приступить к осуществлению газификации твердого топлива под повышенным давлением. В первую очередь нужно спроектировать, построить и испытать генератор под давлением 20 атм., мощностью 3 000—5 000 м³/час, и уже на основе опыта его работы, определить окончательную конструкцию и мощность генератора повышенного давления.

Одновременно в лабораторных условиях необходимо детальнее изучить физико-химическую сторону процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Petroleum Times*, 5/11 1938 г., стр. 163.
2. Рябцев, *Ж. Х. Пр.*, № 4, 353, 1935.
3. Филатов, «Газ и искусственное жидкое топливо», сборник статей, стр. 94, 1936.
4. Каган и Литвин, *Химия твердого топлива*, VIII, № 12, 1155, 1937.
5. Brückner, *Brennstoff-Chemie*, 20, 346, 1939.
6. Brückner, *Handbuch der Gasindustrie*, Band 2, Generatoren, Teile, 77—85, 1940.
7. Evans, *Trans. Inst. Gas Engin.*, 87, 789, 1939.
8. Тау, *Химическая техника*, X, № 1, *Германская техника*, 1, 1940.
9. Итальянский патент № 364629 от 25/VII 1938 г.; С... 1, 1457, 1940.
10. Traenckner, *GWF*, 82, № 33, 599, 1939.
11. Mühlert, *Chem. Zeit.*, 64, № 45/46, 213, 1940.
12. Schlüssel, *GWF*, 82, № 20, 359, 1939.
13. Wardenburg, *Journ. Frankl. Institute*, 221, 449, 1936.
14. Fischer, *Brennstoff-Chemie*, № 1, 2, 1941.
15. *GWF*, 81, 821, 1938; *Gas Journal*, 224, 442, 1938; *The Chemical Age*, 5/11, № 971, 106, 1938; *Brennstoff-Chemie*, 20, 346, 1939 и др.

ОБСУЖДЕНИЕ

Акад. П. Л. Капица: Процесс газификации твердых топлив под давлением исключительно интересен и имеет много важных преимуществ по сравнению с другими процессами. При газификации под давлением можно на сравнительно небольших аппаратах получить значительную производительность, так

как процесс газификации в этом случае отличается высокой интенсивностью. Газификация под давлением особенно интересует нас потому, что этот процесс не может быть осуществлен без применения кислорода. Газификация под давлением известна нам пока только по весьма отрывочным литературным данным. Необходимо поскорее создать экспериментальную установку, на которой изучить все вопросы, связанные с процессом газификации (загрузка, шлакоудаление и другие). Постройка опытного газогенератора для газификации под давлением и его испытания должны рассматриваться, как задачи первоочередного значения.

Инж. С. В. Кафтанов: Газификация под давлением, несомненно, имеет большие перспективы. Надо подсчитать показатели процесса, составить проект газогенератора и построить опытную установку.

В предлагаемом методе чрезвычайно заманчива большая калорийность получаемого газа, а также его транспортабельность. Для нашей страны, располагающей большими топливными ресурсами, сконцентрированными в определенных районах, вопрос о дальнем газоснабжении имеет огромное значение. Даже внутри такого угольного района, как Донбасс, передача газа на расстояние также необходимо.

Газификация под давлением представляет интерес для получения технологического газа. Но главная наша цель — использовать этот процесс для производства газа энергетического. Для Москвы, например, этот вопрос особенно важен в связи с тем, что получение энергетического газа под давлением позволит осуществить идею снабжения Москвы энергетическим газом для бытовых и производственных нужд за счёт подмосковных углей. Наличие газа при давлении в 20 атм. разрешает проблему газоснабжения на расстоянии 200—300 км. Если экспериментальные работы пройдут удачно, этот метод будет особенно интересен для крупных промышленных центров, расположенных на расстоянии 200—300 км от угольных бассейнов. Выяснение всех технических вопросов на экспериментальной установке даст нам возможность вернуться к большой технической проблеме газоснабжения Москвы, которая без кислорода не получила должного развития.