

ВСЕСОЮЗНОЕ НАУЧНОЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

ВНИТОЭ



СЕКТОР
ТЕПЛОТЕХНИКИ

КОМИТЕТ ГАЗИФИКАЦИИ

9 323
674

Инж. А. С. СИНЕЛЬНИКОВ

О П Ы Т
ГАЗИФИКАЦИИ ТОПЛИВ
С ЖИДКИМ ШЛАКОУДАЛЕНИЕМ

МАТЕРИАЛЫ
ВСЕСОЮЗНОГО СОВЕЩАНИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗО-
ГЕНЕРАТОРНЫХ СТАНЦИЙ

ВСЕСОЮЗНОЕ НАУЧНОЕ ИНЖЕНЕРНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

ВНИТОЭ



СЕКТОР
ТЕПЛОТЕХНИКИ

КОМИТЕТ ГАЗИФИКАЦИИ

Я 323
674

Инж. А. С. СИНЕЛЬНИКОВ

О П Ы Т
ГАЗИФИКАЦИИ ТОПЛИВ
С ЖИДКИМ ШЛАКОУДАЛЕНИЕМ

*МАТЕРИАЛЫ
ВСЕСОЮЗНОГО СОВЕЩАНИЯ
ПО ЭКСПЛОАТАЦИИ ГАЗО-
ГЕНЕРАТОРНЫХ СТАНЦИЙ*

Л Е Н И Н Г Р А Д • 1 9 4 0



2018755765



ВВЕДЕНИЕ

Опыты по газификации топлив с жидким шлакоудалением проводились в Ленинградском филиале Всесоюзного научно-исследовательского института газа и искусственного жидкого топлива (ЛенВНИГИ) в период времени с 1936 по 1939 г. Эти опыты в основном имели своей целью выяснить возможность газификации с жидким шлаком отдельных видов топлив и получить главнейшие производственные показатели, необходимые для проектирования.

Опытные работы проводились на двух установках с генераторами различной конструкции и величины: на опытно-промышленном генераторе с диаметром горна 1,45 м и на малом генераторе с диаметром 0,5 м. Однако, поскольку работа на большем генераторе была связана с значительными затратами средств, опыты велись главным образом на малой установке, которая неоднократно реконструировалась применительно к свойствам газифицируемого топлива.

ОПЫТЫ НА БОЛЬШОМ ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ

Опытно-промышленный газогенератор, спроектированный специально для газификации смеси сланцевого полукокса и торфа, показан на рис. 1. Газогенератор установлен на бетонном фундаменте и снабжен двумя летками для выпуска чугуна и шлака. Жидкий шлак может выдаваться в вагонетки в расплавленном состоянии или гранулированным, причем грануляция проводится водой в жолобе, идущем от летки к вагонетке.

Для подачи в генератор воздушного дутья установлены два вентилятора производительностью 2200 м³/час при напоре 760 мм вод. ст. каждый, могущие работать как параллельно, так и последовательно. Подаваемый вентиляторами воздух поступает в трубчатый воздухонагреватель, рассчитанный на подогрев дутья до 400° С, и далее через фурменное кольцо, фурменные рукава и фурмы — в газогенератор. По окружности генератора установлено шесть дутьевых фурм и три паровых сопла.

Для охлаждения футеровки в кладку заложены чугунные плиты, омываемые проточной водой. Точно так же снабжены



40-16871

водяным охлаждением воздушные фурмы и паровые сопла. Загрузка топлива в приемный бункер газогенератора производится

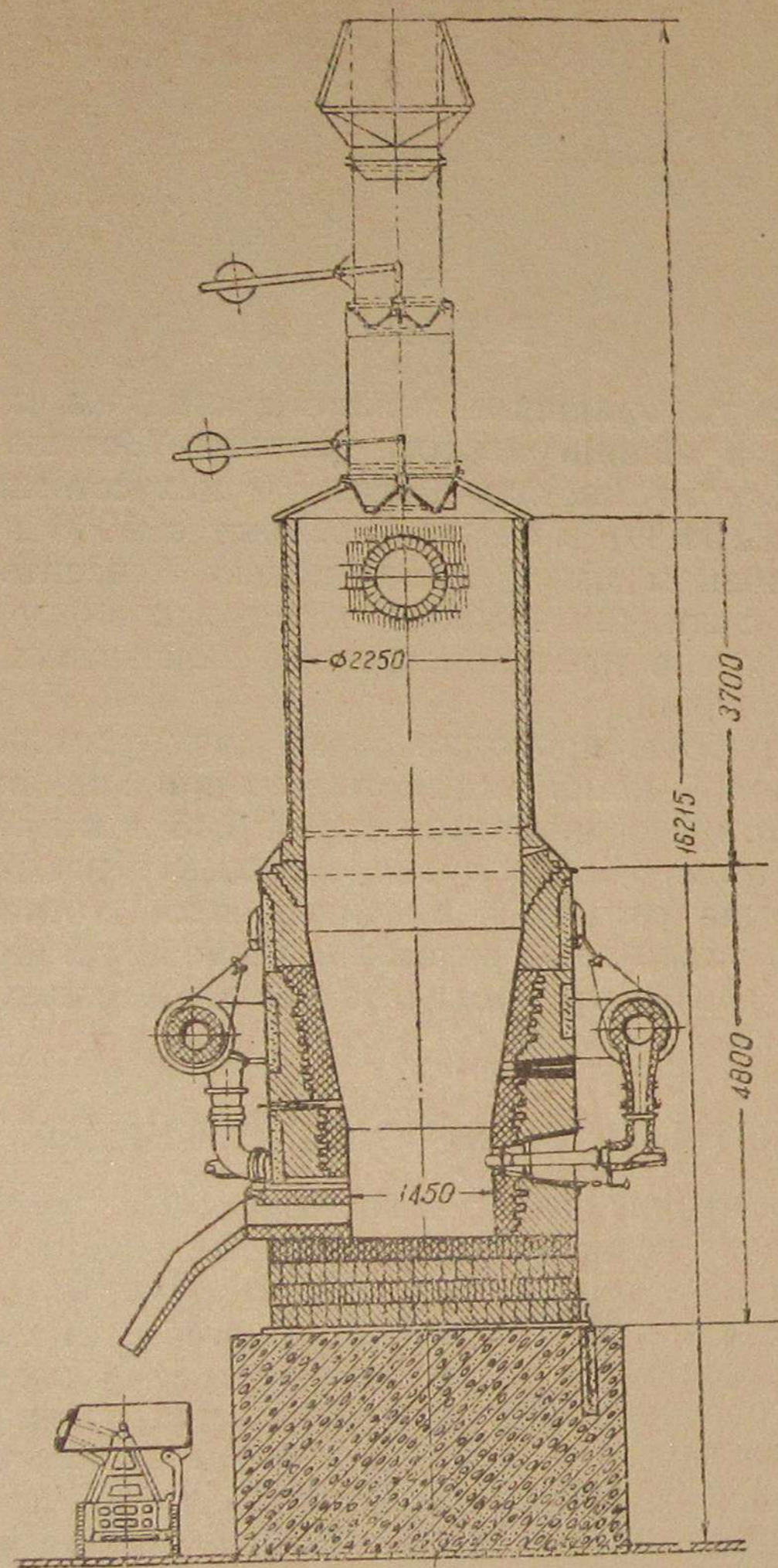


Рис. 1.

дится скиповым подъемником, у основания которого установлены вагонеточные весы для взвешивания шихты.

Для очистки от пыли и смол газ, получаемый в генераторе, последовательно проходит циклон, стояк с гидравликой и два безнасадочных скруббера и далее поступает к потребителю. Во

время описываемых опытов газ не использовался, а выбрасывался в атмосферу через свечу очищенного газа (после скрубберов) или через розжиговую трубу непосредственно у газогенератора.

Основные размеры газогенератора приведены в табл. 1.

Таблица 1

	Внутренн. диаметр в мм	Внешний диаметр в мм	Высота в мм	Объем в мм
Горн	1450	3150	1170	1,92
Запечки	1450/2250	3150	1965	5,03
			4420	17,65
Шахта	2250	2550	3520	14,05
Общий объем газогенератора	—	—	—	24,60
Полезный объем газогенератора	—	—	—	21,00

Опыты по газификации сланца и сланцевого полукокса с добавками торфа и каменноугольного кокса продолжались 18,5 суток, причем 10,5 суток генератор работал на смесях из сланцевого полукокса и кокса, 3,5 суток — на смеси торфа и сланцевого полукокса и 4,5 суток на смеси сланца и кокса.

Составы топлив, подвергавшихся газификации, приведены в табл. 2, составы золы — в табл. 3.

Таблица 2

Топливо	Влажность рабочая	Состав на абсолютно-сухую массу							Теплотвор- ная способ- ность по бомбе
		A	CO ₂	H	C	N	O+S	S _{об}	
Торф (средний состав)	24,50	8,68	—	5,73	54,00	1,76	29,83	0,26	5343
Каменноугольный кокс (средний состав)	0,57	17,87	—	0,28	77,80	1,10	3,95	0,26	6240
Гдовский сланец (средний состав)	5,13	50,82	21,00	2,69	22,20	0,10	3,19	1,31	2334
Сланцевый полу- кокс при газифи- кации с тор- фом	12,20	67,47	25,10	0,42	8,90	Следы	0,40	1,08	603
Сланцевый полу- кокс при газифи- кации с кок- сом	7,10	66,14	24,70	0,27	8,37	Следы	0,52	1,20	539

Таблица 3

Состав зола	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	ΣR ₂ O
Кокса . . .	58,51	9,62	17,60	7,95	1,25	5,67	0,10
Сланца . . .	24,34	4,00	8,28	51,87	2,68	6,63	2,20
Торфа . . .	44,66	20,66	13,17	12,16	2,05	5,25	2,05
Сланцевого полукокса	28,67	4,25	9,49	47,18	2,92	5,95	1,54

Из таблицы 2 видно, что сланцевый полукокс был исключительно низкого качества, так как содержал мало углерода и имел теплотворную способность, не превышавшую в среднем 600 кал/кг.

Основные данные, полученные во время опытов, сведены в табл. 4.

Так как эти данные являются средними и характеризуют работу генератора за определенный промежуток времени, необходимо отметить, что за время опытов генератор работал и на других составах шихт.

При газификации сланцевого полукокса в смеси с коксом добавка кокса колебалась в сравнительно узких пределах (40—55%), причем наименьшая достигнутая добавка составляла 30%. Однако, поскольку соответствующие периоды работы были кратковременны, в табл. 4 приводятся только данные, относящиеся к среднему составу шихты за 40 часов работы генератора.

При газификации сланцевого полукокса с торфом содержание торфа в шихте было близко к 65%; понижение доли торфа вызывало затруднения в ведении процесса.

Наконец, при газификации сланца в смеси с коксом содержание последнего в шихте колебалось очень резко — от 12 до 50% и в среднем за длительный промежуток времени составляло 35%.

В отношении цифр, приведенных в табл. 4, дополнительно следует заметить, что выход газа и расход воздуха непосредственно не замерялись, а получены расчетным путем по углеродному и азотному балансам.

ОПЫТЫ НА МАЛОМ ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ

1. Газификация смесей гдовского сланца с торфом

Так как первоначальные работы на опытно-промышленном газогенераторе не дали окончательных результатов, а продолжение их на крупной установке было связано с значительным расходом средств, дальнейшие опыты были перенесены на установку малого газогенератора.

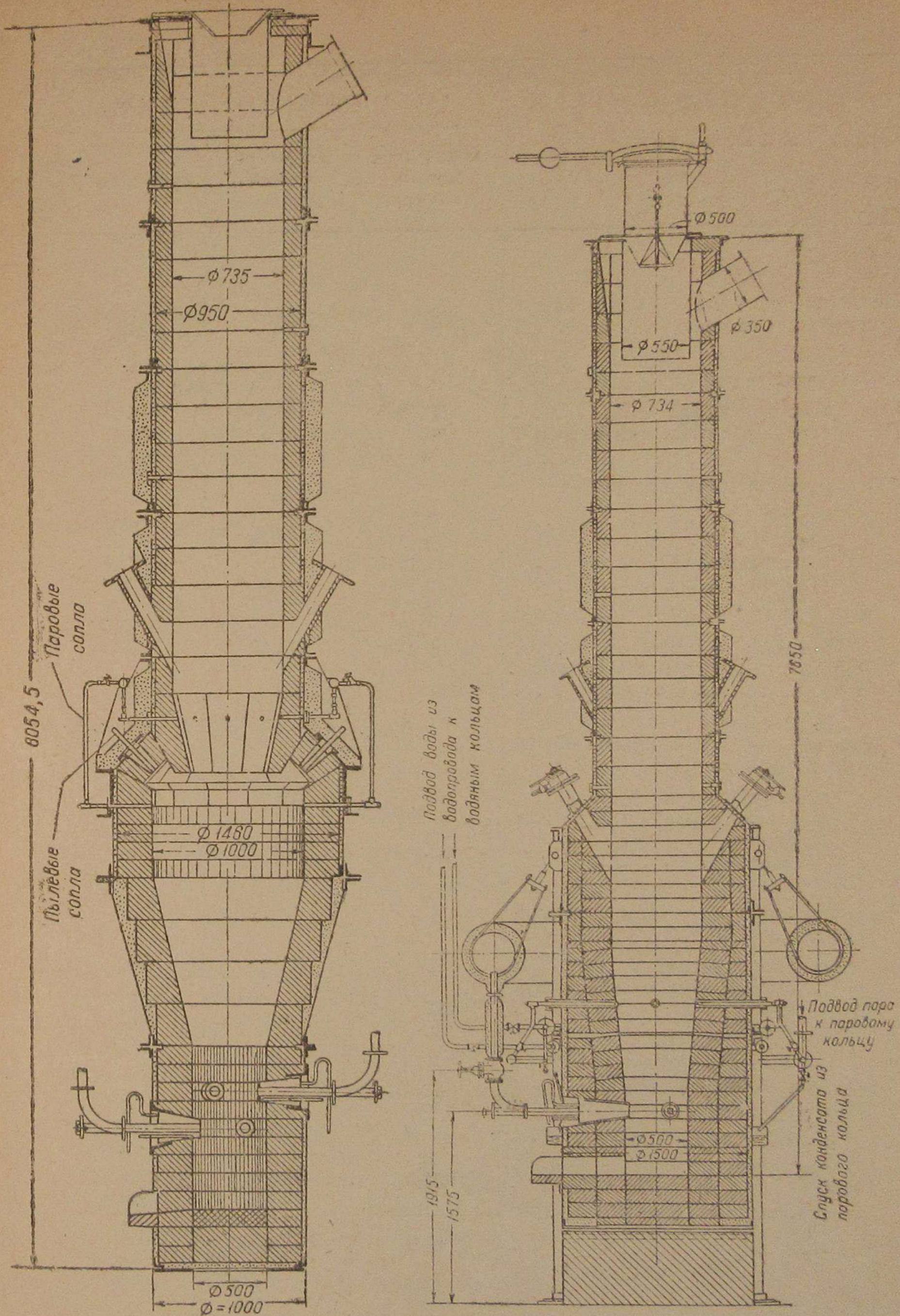


Рис. 2.

Рис. 3.

Таблица 4

Показатели	Работа газогенератора на шихте		
	кокс-сланцевый полукокс	торф-сланцевый полукокс	кокс-сланец
Продолжительность балансового испытания (в часах)	40	28	24
Состав шихты (в %):			
кокс или торф	50	65,6	35
сланц. полукокс или сланец	50	34,4	65
Состав рабочего топлива (в %):			
влага	3,83	20,26	3,54
зола	39,62	23,99	37,52
минеральная CO_2	11,45	7,58	12,95
углерод	42,58	29,44	40,80
водород	0,27	2,97	1,76
азот	0,05	0,87	0,10
кислород + сера	2,20	14,89	3,39
Теплотворная способность рабочего топлива высшая (кал/кг)	3360	2812	3620
Среднечасовая производительность генератора (кг/час):			
по коксу или торфу	365	760	375
" сланц. полукоксу или сланцу	365	400	700
" углероду	312	340	455
Видимая форсировка газогенератора (кг/м ² /час):			
по торфу или коксу	220	466	228
" сланцу или сланц. полукоксу	220	245	425
по углероду	190	207	280
Средний состав газа (в %):			
R_2O	2,5	5,7	2,5
C_nH_m	—	0,3	0,3
O_2	0,3	0,3	0,4
CO	31,0	28,5	30,4
CH_4	0,5	2,4	1,9
H_2	2,5	7,5	3,1
N_2	63,0	55,3	61,4

(Продолжение табл. 4)

Показатели	Работа газогенератора на шихте		
	кокс-сланцевый полукокс	торф-сланцевый полукокс	кокс-сланец
Теплотворная способность газа (кал/м ³):			
высшая	1068	1370	1246
низшая	1052	1331	1212
Выход сухого газа на 1 кг рабочего топлива (м ³ /кг)	2,51	1,43	2,14
Расход воздуха (в м ³) на 1 кг рабочего топлива	1,93	0,96	1,61
Средний состав шлака (в %):			
SiO_2	38,74	41,25	36,97
Al_2O_3	11,23	9,29	10,23
Fe_2O_3	—	—	—
FeO	4,01	4,00	3,74
CaO	38,67	39,48	42,83
MgO	2,69	2,66	2,80
SO_3	1,70	1,04	0,90
ΣR_2O	1,12	1,35	1,01
Среднее давление воздушного дутья (мм рт. ст.)	40—45	35—40	40
Средняя температура воздушного дутья (°C)	315	300	335
Температура газа на выходе из генератора (°C)	375—400	150—200	300—330
К. п. д. газогенератора по холодному газу (%)	75,5	67,6	70,4

Представление о конструкции этого генератора дает рис. 2. Генератор снабжен четырьмя шуровочными отверстиями: двумя в шахте и двумя в распаре. Для выпуска шлака предусмотрены две летки. Охлаждение горна — наружное, водой, поступающей из кольцевого водопровода. Для подвода дутья генератор имеет шесть охлаждаемых фурм, расположенных в двух поясах, на расстоянии по вертикали в 230 мм. Основные размеры генератора приведены в табл. 5.

За время опытов газогенератор работал на коксике, на торфе в смеси со сланцевым коксом, на торфе в смеси со сланцем и на смеси коксика и торфа. Во всех случаях после работы на торфе генератор переводился на шихту, содержащую каменноугольный коксик. Это было необходимо потому, что шихта



Таблица 5

	Диаметр в свету в мм	Внешний диаметр в мм	Полезная высота в мм	Полезный объем в м ³
Горн	700	1000	1000	0,196
Запечки	500—850	1000—1460	1100	0,393
Распар	850	1460	700	0,398
Шахта	700	1000	4800	1,443

с содержанием кокса позволяла своевременно предупреждать образование шлаковых «козлов» и избегать полного расстройств хода генератора. Из всех проведенных опытов наибольший интерес представляет работа генератора на смеси торфа со сланцем и сланцевым коксом и на шихте коксик — сланец.

Однако во всех случаях работы генератора на шихте с торфом (без коксика) процесс газификации характеризовался крайней неустойчивостью: после более или менее продолжительной работы для предупреждения образования «козлов» необходимо было переводить генератор на смешанную шихту с добавкой коксика. Характерно, что расстройство хода вызывалось главным образом замусориванием горна и образованием вязкого малоподвижного шлака с большим содержанием невыжженного углерода. Плохая подвижность шлака и трудность его удаления приводили к необходимости длительных продувок летки, постепенному зарастанию шлаком пода, горна и запечки и ухудшенной подготовке материалов. Замена малопрочного сланцевого кокса сланцем почти не отразилась на работе генератора и показала, что главной причиной замусоривания являлся торф.

Таким образом, поскольку во все время работы не удалось получить длительноустойчивого режима, а, следовательно, и надежных показателей, характеризующих процесс, нужно считать, что опыты по газификации шихт торф — сланец и торф — сланцевый кокс не дали положительных результатов.

Возможно, что замусоривание горна наблюдалось только потому, что ввиду малых размеров генераторов применялся рубленый торф, т. е. торф с нарушенным поверхностным слоем.

Наоборот, опыты по газификации смесей сланца и коксика дали положительный результат и в основном подтвердили те данные, которые ранее были получены на опытно-промышленном газогенераторе, с той лишь разницей, что наименьшее допустимое содержание коксика в шихте оказалось близким к 40%.

Наконец, работа на смешанных шихтах (коксик — торф — сланец) показала, что вредное влияние торфа при наличии ко-

ксика сказывалось значительно меньше. Хотя в этом случае также наблюдалось замусоривание горна, однако оно не было так сильно и поэтому не приводило к расстройству хода газогенератора.

Так как показатели, полученные во время опытов, за исключением работы на шихте сланец — коксик, относятся к случаям неустойчивого процесса, они не могут служить критерием для суждения о практически допустимых соотношениях отдельных топлив в шихте.

Единственный интерес представляют шлаки, составы которых для двух опытов приведены в табл. 6.

Таблица 6

Состав шлака (в %)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	SO ₃
Средний при работе на шихте: торфа 66%, сланца 34% . . .	35,85	11,94	3,72	—	43,72	2,94	0,47
Средний при работе на шихте: коксика 50%, сланца 50% . . .	35,52	13,83	—	1,01	44,60	3,62	0,40

2. Газификация антрацитов

Первая попытка газифицировать антрациты была сделана в 1937 г. на газогенераторе, показанном на рис. 2. Во время опытов этот генератор был дополнительно оборудован двумя поясами паровых сопел и шестью пылевыми соплами.

Предполагалось, что в одном агрегате удастся совместить два процесса: газификацию кускового антрацита и газификацию угольной пыли и повысить калорийность газа за счет интенсивного разложения водяного пара в верхней части газификатора.

Опыты с вдуванием угольной пыли производились только при работе генератора на коксике и показали, что почти вся пыль уносится газом непрореагировавшей, — количество прогазифицированной пыли в среднем составляло лишь 10—15%.

Точно так же не оправдало надежд и вдувание пара: заметного повышения теплотворной способности газа не наблюдалось. Нетрудно видеть, что отрицательный результат опытов в этой части вполне закономерен, так как вводы пыли и пара были осуществлены без учета основного генераторного процесса, почти на расстоянии 1,5 м от зоны наивысших температур.

Несмотря на это, произведенные опыты дали и положительные результаты: они показали, что на газогенераторе жидкого шлака возможно достигнуть очень высоких интенсивностей газификации, близких к 1000 кг/м²/час.

Последующие опыты по газификации антрацитов проводились на газогенераторе, реконструированном после опытов с торфом и показанном на рис. 3.

Основные размеры генератора приведены в табл. 7.

Таблица 7

	Внутренний диаметр в мм	Внешний диаметр в мм	Высота в мм	Объем в м ³
Горн	500	1500	950	0,186
Запечки	500—735	1500	1200	0,310
Шахта	735	1000	5350	2,409
Общий объем генератора .	—	—	—	2,90
Полезный объем генератора	—	—	—	2,60

Воздушное дутье подается в газогенератор через три охлаждаемые водой фурмы, расположенные на одном уровне. Для возможности работы с подачей пара, выше фурм в области запечки установлены четыре паровых сопла. Охлаждение кладки горна, помимо холодильников фурм, предусмотрено путем орошения водой железного кожуха генератора. Для подогрева воздушного дутья установлен трубчатый воздухонагреватель, рассчитанный на подогрев 1200 м³ воздуха в час до температуры максимум 450° С.

Для выпуска шлака и чугуна генератор снабжен двумя летками, расположенными под углом 90°.

Опыты по газификации антрацитов производились с донецкими антрацитами: 1) шахты им. ОГПУ Несветай-антрацита (ст. Мал. Леонтьевская), 2) шахты им. Артема Власовского месторождения (ст. Власовка) и 3) шахты Мочалинской.

Предварительные исследования механической прочности и термоустойчивости этих антрацитов дали следующие результаты: количество мелочи, образовавшейся от растрескивания кусков при нагревании, составило от 0,20 до 0,83% (в среднем 0,36%) для антрацита шахты им. ОГПУ и от 0,19 до 0,86% (в среднем 0,38%) для антрацита шахты имени Артема. Наоборот, куски антрацита шахты Мочалинской, помещенные в электропечь, нагретую до 800° С, почти все растрескивались с поверхности и при надавливании рукой разрушались. Менее прочным оказался мочалинский антрацит и в холодном состоянии.

Технический и элементарный анализы антрацитов (на абсолютно-сухую массу) приведены в табл. 8, составы золы — в табл. 9.

Таблица 8

Антрациты	V ^c или CO ^c ₂	C ^c	H ^c	N ^c	O ^c	S ^c	S ^c _{общ}	A ^c	C ^c _{св}	Q ^c _б
Гдовский сланец .	21,07	19,03	1,76	0,06	2,99	1,47	55,09	2,23	2033	
Антрацит шахты имени ОГПУ .	4,90	88,18	0,91	0,59	4,58	2,56	5,74	87,18	7638	
Антрацит шахты им. Артема . .	2,10	90,90	1,53	0,59	2,37	1,76	4,61	89,50	7742	
Антрацит шахты Мочалинской .	2,46	89,12	1,80	0,66	2,05	1,26	6,37	—	7825	

Таблица 9

Зола	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	ΣR ₂ O
Антрацита шахты им. ОГПУ	24,64	24,64	38,64	3,97	0,13	1,08	2,01	4,89
Антрацита шахты им. Артема	20,97	15,56	36,46	9,93	2,76	3,72	1,88	8,92
Антрацита шахты Мочалинской	27,56	16,40	22,08	17,73	3,70	9,84	0,07	2,62
Гдовского сланца	31,00	7,30	6,50	44,90	2,93	5,30	—	2,07
Оборотный шлак	40,75	10,50	* FeO 4,08	36,00	2,77	CaS 4,90	—	1,05

При систематических замерах температур жидкого шлака во время опытов выяснилось, что в среднем температура шлака была близкой к 1550° С. Это обстоятельство имело весьма существенное значение, так как позволяло варьировать флюсующие добавки в весьма широких пределах.

Из диаграммы вязкости шлаков Мак-Кефери следует, что при температуре 1500° диапазон хорошо текучих шлаков достаточно велик и вследствие этого нет нужды в строгой дозировке шихты.

Тем не менее, сопоставляя анализы золы исходных топлив с желаемым составом шлака, нетрудно видеть, что зола топлива нуждается в ошлаковании окисью кальция.

В промышленных условиях при газификации антрацитов в крупных газогенераторах это ошлакование лучше и удобнее всего производить известняком, доводя общее количество шлака до необходимого путем прибавления доменного или оборотного шлака.

Точно так же целесообразной представляется и работа с флюсовкой мартеновским шлаком, позволяющая вести процесс с вы-

плавкой чугуна, т. е. с теплоемкой и горячей металлической подушкой на поду (лещади) газогенератора.

В описываемых опытах в качестве флюсов применялись гдовский сланец, сланцевый кокс и оборотный шлак, выбранные из тех соображений, что после работы с антрацитами намечались опыты по газификации смесей гдовского сланца и антрацита. Технический и элементарный состав сланца приведены в табл. 8, состав золы и средний состав оборотного шлака в табл. 9.

Опыты по газификации антрацитов продолжались 16 суток, из которых шесть ушло на проверку составов шихт, определенных расчетом. Газогенератор был пущен на коксике и затем уже переведен на антрацит. Первоначально опыты по газификации производились с антрацитом шахты им. ОГПУ, затем с антрацитом шахты им. Артема и, наконец, с мочалинским антрацитом. Работа генератора на антраците шахты им. ОГПУ протекала весьма спокойно и не вызывала никаких трудностей. Шлаки все время были горячими и легкоподвижными. Засорения горна мелочью не наблюдалось, вследствие чего продувки летки не были длительными.

Поэтому, а также вследствие достаточного количества шлака, под газогенератора (лещадь) не зарастал. Шлак шел из-под пика, и лещадь нуждалась в разделке лишь в тех случаях, когда железная пика забивалась по недосмотру слишком далеко или в горн попадала глина.

Так же, как и при работе на коксовой шихте, иногда замечались подвисания материала, которые в большинстве случаев ликвидировались сами собой и не нарушали сколько-нибудь заметно хода газогенератора. Эти подвисания объяснялись в основном малым диаметром генератора, вследствие чего увеличение производительности — форсировка процесса была не только нежелательна, но и опасна.

На антраците шахты им. ОГПУ генератор, включая и переходный период, проработал 6 суток, причем часовая производительность по антрациту была почти постоянной и составляла в среднем 100 кг в час. При этой производительности время пребывания шихты в генераторе было достаточно велико (12—14 часов) и обеспечивало хорошую подготовку материалов.

По окончании испытания на антраците шахты им. ОГПУ генератор был переведен на антрацит шахты им. Артема. При переходе выяснилось, что этот антрацит во время схода в генераторе подвергается большему измельчению, вследствие чего при продувках летки появилось большое количество мелочи.

Несмотря на это, газификация антрацита шахты им. Артема протекала также спокойно и не вызывала никаких трудностей. Поэтому все замечания, сделанные выше, в равной мере относятся и к этому опыту.

Показатели	Антрацит шахты им. Артема	Антрацит шахты им. ОГПУ
Продолжительность балансового испытания (в часах)	40	29
Состав шихты (в %): антрацит	62,5	58,8
сланец	25,0	29,4
оборотн. шлак	12,5	11,8
Состав рабочего топлива (в %):		
влага	3,12	3,46
зола	27,95	30,06
мин. CO ₂	5,0	5,88
углерод	60,06	55,80
водород	1,34	1,02
азот	0,38	0,35
кислород	1,01	1,86
сера горячая	1,14	1,57
сера общая	1,63	2,01
углерод связанный	55,26	50,63
Теплотворная способность рабочего топлива высшая (кал/кг)	5210	4931
Среднечасовой расход материалов (кг/час):		
антрацита	93,8	101,7
сланца	37,5	50,8
оборотн. шлака	18,7	20,3
шихты	150	172,8
Видимая форсировка газогенератора (кг/м ² /час) по антрациту		
" шихте	493	535
" связанному углероду	790	908
"	436	460
Средний состав газа (в %)		
сероводород	0,26	0,33
углекислота	0,76	0,64
кислород	0,11	0,17
окись углерода	32,85	32,19
метан	0,77	0,87
водород	2,64	2,95
азот	62,61	62,85
Теплотворная способность газа (кал/м ³):		
высшая	1153	1156
низшая	1133	1132
Выход газа (м ³ /кг): на 1 кг антрацита	4,75	4,62
на 1 кг шихты	2,98	2,73
Влагосодержание газа (кг/м ³)	12,3	15,0

Показатели	Антрацит шахты им. Артема	Антрацит шахты им. ОГПУ
Расход воздуха (в м ³):		
на 1 кг шихты	2,32	2,14
на 1 кг антрацита	3,72	3,65
Выход шлака (в кг):		
на 1 кг шихты	0,27	0,29
на 1 кг антрацита	0,43	0,50
Средний состав шлака (в %):		
SiO ₂	36,32	37,36
Al ₂ O ₃	12,08	14,06
Fe ₂ O ₃	1,16	0,96
FeO	0,57	0,70
CaO	41,19	36,91
MgO	3,63	3,82
CaS	3,86	4,67
SO ₃	0,03	0,04
P ₂ O ₅	0,02	Следы
ΣR ₂ O	1,71	2,03
S	1,70	2,10
Давление воздушного дутья у фурм (мм рт. ст.)	50—90	55—85
Средняя температура воздушного дутья у фурм (°C)	230	230
Температура газа на выходе из газогенератора (°C)	460	460
К. п. д. газогенератора по холодному газу (%)	63,8	62

Общая продолжительность непрерывной работы газогенератора на антраците шахты им. Артема, включая и переходный период, составила 3 суток 16 час.

По окончании испытания генератора при работе на антраците шахты им. Артема была сделана попытка перехода на мочалинский антрацит. Однако уже при газификации смеси, состоящей из 50% антрацита шахты им. ОГПУ и 50% шахты Мочалинской, выяснилось, что мочалинский антрацит подвергается несравненно большему растрескиванию и размельчению, чем антрациты двух других шахт, вследствие чего при выпусках шлака и продувках летки летит значительно больше мелочи. Эта мелочь, смешиваясь с шлаком, делала его малоподвижным и вызывала постепенное зарастание пода генератора. Так как при переходе на чистый мочалинский антрацит явление замусоривания горна было бы интенсивнее и могло бы привести к нарушению ре-

жима вследствие зашлакования горна, дальнейшие опыты по газификации этого антрацита были прекращены.

В заключение газогенератор был переведен на антрацит шахты им. ОГПУ, и был проведен кратковременный опыт с вдвиганием пара в область заплечиков. Так как количество подаваемого пара составляло всего лишь 0,05 кг на 1 кг антрацита, значительного повышения содержания водорода в газе достигнуто не было: в среднем увеличение водорода составило 0,5—0,6%.

Результаты испытания газогенератора при работе на антрацитах шахт им. ОГПУ и им. Артема приведены в табл. 10, тепловые балансы — в табл. 11.

Таблица 11

Тепловой баланс на 1 кг шихты

Статьи	Антрацит шахты им. ОГПУ		Антрацит шахты им. Артема	
	Калор.	%	Калор.	%
Приход				
Химич. тепло топлива	4931	96,7	5208	96,6
Физич. тепло воздушного дутья	167	3,3	182	3,4
Итого	5098	100,0	5390	100,0
Расход				
Химич. тепло газа	3160	62,0	3440	63,8
Химич. тепло смолы	392	7,6	333	6,2
Химич. тепло уноса, продув. газа, углерода выгреба и шлака	268	5,3	227	4,2
Физич. тепло газа, смолы и водяных паров	505	9,9	534	9,9
Физич. тепло шлака и чугуна	141	2,8	129	2,4
Неучтенные потери и потери тепла в окружающую среду (по разности)	632	12,4	727	13,5
Итого	5098	100,0	5390	100,0
Часовая потеря тепла генератором (в среднем по двум балансам)	103 000	—	107 000	—

3. Газификация смесей гдовского сланца и антрацита

Опыты по газификации гдовского сланца в смесях с антрацитом первоначально проводились на генераторе, описанном выше и показанном на рис. 3.

Однако в процессе работы выяснилось, что ввиду почти полной отгонки летучих в шахте генератора (выход смолы оказался близким к выходу по Фишеру) в зону газификации приходит сланцевый «кокс» с небольшим содержанием углерода. Вследствие этого, а также из-за особенностей установки (малый диаметр генератора, относительно большие потери тепла во внешнюю среду и пр.) газификация смесей сланца и антрацита с содержанием последнего в шихте менее 40% оказалась невозможной. Поэтому дальнейшие опыты с высоким слоем топлива были прекращены, и генератор был реконструирован. Исходя из соображения, что добавки антрацита будут минимальными только в том случае, если в горн генератора будет приходить сланцевый кокс с наибольшим количеством нелетучего углерода, высота генератора была значительно снижена.

При этом предполагалось, что вследствие малого времени пребывания сланца в газогенераторе и загрузки его в зону с высокой температурой, будет иметь место значительный крекинг смолы и обогащение сланцевого кокса твердым углеродом. Реконструированный генератор показан на рис. 4, основные размеры его даны в табл. 12.

Таблица 12

	Внутренний диаметр в мм	Внешний диаметр в мм	Высота в мм	Объем в м ³
Горн	500	1500	950	0,186
Запечники	500—735	1500	1200	0,310
Шахта	735	1000	2550	1,084
Общий объем газогенератора	—	—	—	1,58
Полезный объем газогенератора	—	—	—	1,30

Во время опытов выяснилось, что при работе на высоком слое топлива (5,8 м, считая от оси фурм) допустимо снижение доли антрацита в шихте до 40%. При этом генератор работал нормально, и не возникало никаких трудностей в ведении процесса. Шлак был сильно перегретым, жидким и легко подвижным: удаление его, как правило, не вызывало затруднений. Попытки перейти на шихты с меньшим содержанием антрацита не увенчались успехом.

В этом отношении более интересной оказалась работа на низком слое топлива в генераторе с уменьшенной высотой. Приводимые ниже результаты испытаний показывают, что основ-

ная цель, которая преследовалась понижением слоя, была достигнута, так как при одном и том же соотношении топлив

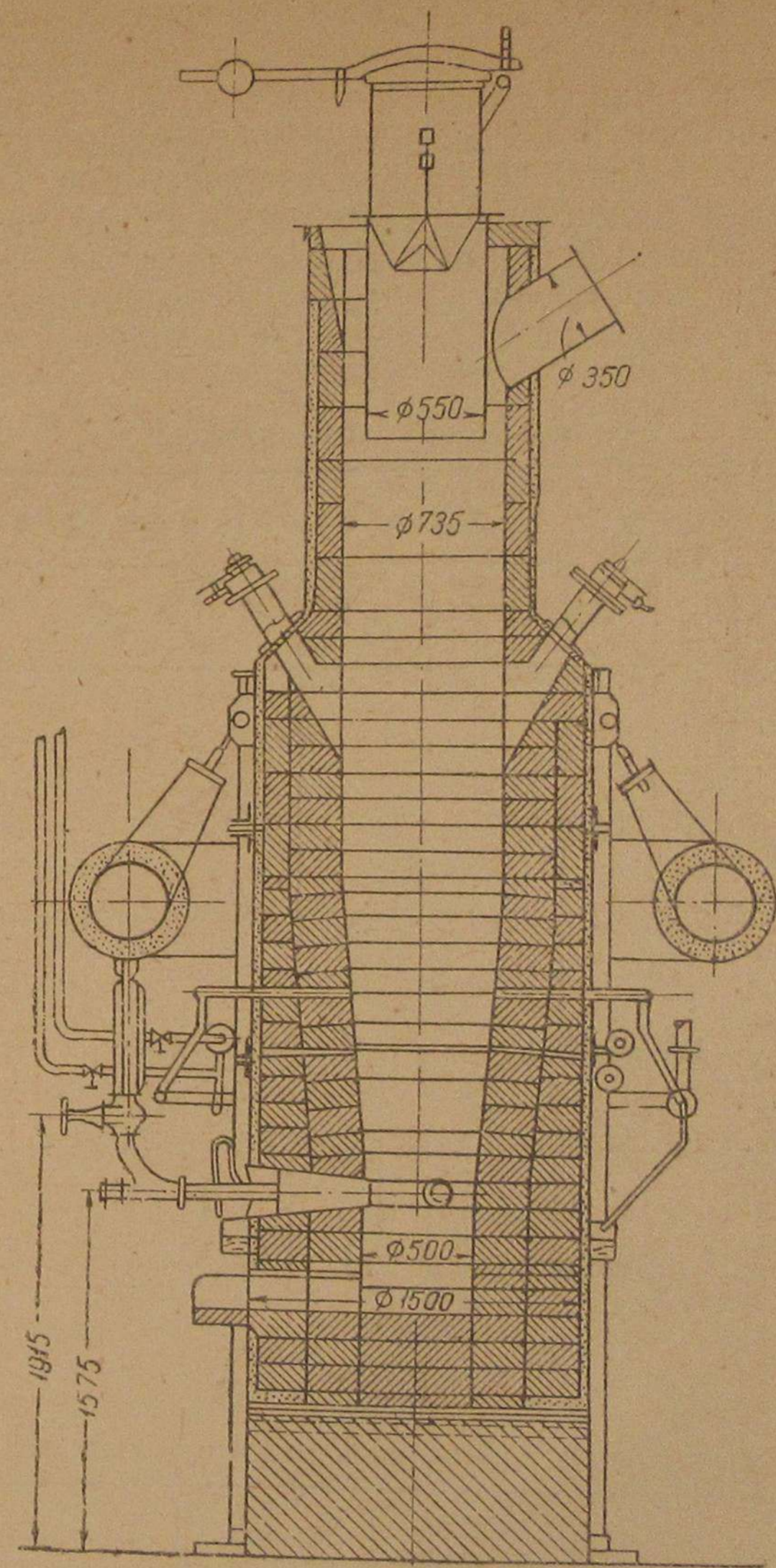


Рис. 4.

в шихте выход смолы резко упал и составлял всего лишь 27,5% от возможного (по Фишеру); при этом температура газа на выходе из генератора была в среднем 540° С, т. е. обеспечивала

Составы оборотного шлака, кварца, золы сланца и антрацитов

Компоненты	Зола антрацита шахты им. Артема	Зола антрацита шахты ОГПУ	Оборотн. шлак (в средн.)	Зола сланца, опыт I	Зола сланца, опыт II и III	Кварц
SiO ₂	20,97	24,64	36,84	31,00	29,25	99,56
Al ₂ O ₃	15,56	24,64	13,07	7,30	6,78	0,43
Fe ₂ O ₃	32,26	38,64	1,06	6,50	5,57	
FeO	—	—	0,64	—	—	
CaO	9,93	3,97	39,05	44,90	47,07	
MgO	2,76	0,13	3,72	2,93	2,92	
CaS	—	1,08	4,26	—	—	
SO ₃	3,72	—	0,03	5,30	6,47	
ΣR ₂ O	8,92	4,89	1,31	2,07	1,94	
P ₂ O ₅	1,88	2,01	0,02	—	—	
Сумма	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Примечание. Сумма щелочей определена по разности.

Составы исходных материалов приведены в табл. 13 и 14, составы золы — в табл. 15 технологические показатели, полученные во время опытов на устойчивых режимах, — в табл. 16 и тепловые балансы газогенератора — в табл. 17.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ

1. Шлак

Из табл. 3 и 4 видно, что при работе на опытно-промышленном газогенераторе количества добавляемых флюсов (кварцита и кремнистого песка) были значительны и сильно отразились на составах шлаков. Эти добавки вносили много «кислой золы», и шлаки по своему составу выходили «кислыми» или в лучшем случае «нейтральными». Однако и такие шлаки в отдельных опытах оказались пригодными для получения в лабораторных условиях вполне приемлемого по качеству шлакопортланд-цемента.

Средние пробы шлака, анализы которых приведены в табл. 4, самостоятельными вяжущими свойствами не обладали, но после добавки небольшого количества гашеной извести становились активными и позволяли получать стандартный известково-шлаковый цемент.

Более детальные исследования были произведены со шлаками, полученными во время опытов по газификации смесей

быстрый прогрев сланца и интенсивный крекинг смолы, образующейся в процессе термического разложения сланца.

Поэтому оказалось возможным дальнейшее понижение доли антрацита в шихте. Опыты показали, что при содержании антрацита в смеси топлив, близком к 35%, процесс газификации протекает устойчиво и не вызывает затруднений. Уменьшение добавки антрацита до 30% повело к нарушению хода генератора и, несмотря на неоднократные попытки, не дало положительного результата. Другими словами, опытами установлено, что наименьшее количество антрацита в шихте при работе на малом газогенераторе лежит в пределах 30—35%.

Таблица 13

Составы сланца и антрацитов

Топливо	W	На сухое вещество									
		C	H	O	S	N	A	CO ₂	C _{св}	S ^{об}	Q _б
Антрацит шахты им. Артема, средняя проба, опыт I	2,99	90,90	1,53	2,37	0,59	4,61	—	89,50	1,76	7742	
Сланец гдовский, средняя проба, опыт I	3,68	19,03	1,76	2,99	0,06	55,09	21,07	2,23	—	2033	
Антрацит шахты им. ОГПУ, средняя проба, опыты II и III	4,43	88,10	1,34	2,40	0,73	7,43	—	87,7	2,22	7536	
Сланец гдовский, средняя проба, опыты II и III	1,60	28,90	3,37	5,39	0,33	0,13	43,74	18,14	3,35	1,68	3041
Антрацит шахты им. Артема, средняя проба, опыт III	4,13	88,96	1,54	2,75	0,71	6,04	—	87,87	2,53	7665	

Таблица 14

Швельанализ сланца (в % на сухое вещество)

Топливо	Вода пирогенет.	Смола	Полукокк	Газ + потери
Сланец гдовский, средняя проба, опыт I	3,32	19,54	71,64	5,50
Сланец гдовский, средняя проба, опыт II и III	1,70	26,60	69,30	5,40

Таблица 16

(Продолжение табл. 16)

Показатели	Высота слоя 5,8 м, опыт I	Высота слоя 2,9 м	
		опыт II	опыт III
Продолжительность балансового испытания (в часах)	36	24	32
Состав шихты (в %):			
сланец	56,8	59,4	64,1
антрацит	37,8	39,6	34,6
оборотн. шлак	4,6	—	—
глиноземн. кирпич	0,8	—	—
кварц	—	1,0	1,3
Состав рабочего топлива (шихты) (в %):			
влага	4,37	2,71	2,50
зола	36,49	29,41	31,12
мин. CO ₂	11,29	10,58	11,43
углерод	43,65	50,25	47,57
водород	1,50	2,47	2,61
азот	0,25	0,34	0,32
кислород	1,57	3,26	3,47
сера горючая	0,88	0,98	0,96
сера обшая	1,51	1,84	1,86
углерод связанн.	34,12	35,19	31,22
Теплотворная способность рабочего топлива высшая (кал/кг)	3937	4567	4434
Среднечасовой расход (кг/час):			
шихты	246,9	197,7	251
сланца	140,3	117,3	161
антрацита	93,4	78,4	87
Видимая форсировка газогенератора (кг/м ² /час):			
по шихте	1300	1040	1320
" сланцу	738	618	848
" антрациту	491	412	458
" связанному углероду	444	366	412
Выход газа в расчете на шихту (м ³ /кг)	1,90	2,34	2,09
Средний состав газа (в %):			
H ₂ S	0,32	0,27	0,30
CO ₂	1,51	1,78	1,81
C _n H _m	—	0,06	0,23
O ₂	0,20	0,10	0,18
CO	32,91	34,07	34,54
CH ₄	0,90	1,74	1,28
H ₂	2,69	2,86	3,64
N ₂	61,47	59,11	58,02

Показатели	Высота слоя 5,8 м, опыт I	Высота слоя 2,9 м	
		опыт II	опыт III
Теплотворная способность газа (кал/м ³):			
высшая	1168	1301	1309
низшая	1146	1271	1278
Содержание влаги в газе (г/м ³)	45,4	15,5	17,0
Выход смолы по отношению к выходу по Фишеру (%):			
по весу сухого сланца	89,6	27,5	49,5
содержание в газе (г/м ³)	17,5	6,4	11,2
содержание в газе (г/м ³)	49,1	16,2	34,6
Состав смолы (в %):			
углерод	—	86,19	86,19
водород	—	9,91	9,91
азот	—	0,25	0,25
сера	—	0,62	0,62
кислород	—	3,03	3,03
Теплотворная способность смолы высшая (кал/кг)	—	9893	9893
Расход воздуха (на шихту) (м ³ /кг)	1,44	1,74	1,53
Выход шлака (кг/кг)	0,315	0,276	0,299
Выход чугуна (кг/кг)	0,017	0,014	0,012
Температура шлака (°C)	1550	1545	1535
Средний состав шлака (в %):			
SiO ₂	34,26	36,94	37,17
Al ₂ O ₃	10,40	8,91	9,12
Fe ₂ O ₃	—	0,77	0,70
FeO	0,71	1,28	1,08
CaO	47,72	48,50	48,55
MgO	3,32	1,91	1,94
S	2,56	2,61	2,50
Давление воздушного дутья перед фурмами (мм рт. ст.)	123	66	68
Температура воздушного дутья перед фурмами (°C)	280	340	340
Температура газа на выходе из газогенератора (°C)	236	542	451
Давление газа на выходе из генератора (в среднем) (мм вод. ст.)	11	24	8
К. п. д. газогенератора по холодному газу (%)	54,2	63,8	59,4

торфа и сланца на малом газогенераторе. Исследования состояли из двух серий и производились с одновременно выданными гранулированными шлаками.

В опытах первой серии шлакопортландцементы приготовлялись из клинкера цементного завода им. Воровского (Ленинград) и шлаков, полученных при газификации; в опытах второй

Статьи	Опыт I		Опыт II		Опыт III	
	калор.	%	калор.	%	калор.	%
Приход						
Химич. тепло сланца	1100	26,9	1727	36,2	1916	41,6
Химич. тепло антрацита	2840	69,8	2840	59,6	2518	54,6
Физич. тепло дутья	139	3,3	202	4,2	177	3,8
Итого	4076	100,0	4769	100,0	4611	100,0
Расход						
Химич. тепло газа	2212	54,2	3040	63,8	2740	59,4
Химич. тепло смолы	920	22,6	383	8,0	714	15,5
Химич. тепло уноса, углерода в шлаке и прод. газа	117	2,9	195	4,2	140	3,0
Физич. тепло газа, смолы и водяных паров	234	5,7	475	9,9	369	8,0
Физич. тепло шлака и чугуна	150	3,7	131	2,7	142	3,1
Неучтенные потери и потери тепла в окружающую среду	443	10,9	545	11,4	506	11,0
Итого	4076	100,0	4769	100,0	4611	100,0

серии — полностью из собственных отходов газификации и отходов сланцесортировки.

Результаты исследования можно коротко формулировать следующим образом.¹

По аналогии с использованием основных гранулированных доменных шлаков шлаки от газификации гдовских сланцев могут с успехом применяться для производства шлакопортландцементов. Так же, как это установлено промышленной практикой для доменных шлаков, лабораторное изучение сланцевых газогенераторных шлаков показало, что для переработки их в шлакопортландцемент необходимо, чтобы они а) выдавались для быстрой грануляции в жидком и перегретом состоянии, б) имели основность не менее 1,0 и в) содержали возможно больше глинозема.

При этих условиях газогенераторные шлаки могут вполне обеспечить выпуск цемента марки 300 и выше, причем необхо-

¹ Шемяков В. П. Производство шлакопортландцемента из шлаков, получаемых при газификации сланцев.

димый для этого клинкер, добавляемый к шлаку в количестве около 30%, может быть получен и путем обжига до спекания в обычных цементнообжигательных печах смесей из того же шлака и отходов сланцесортировки или смесей шлака и известняка.

Таким образом, упомянутые исследования дали положительные результаты и внесли ясность в вопрос о применимости шлака для производства шлакопортландцемента.

Так как высокая температура и подвижность шлака, равно как и быстрая грануляция его в огненножидком состоянии относятся к технологии процесса и вполне достижимы, наиболее важное значение приобретает основность шлака.

Характеристики шлаков по основности для всех проведенных опытов приведены в таблице 18. Из этой таблицы видно, что в последних опытах по газификации смесей сланца с антрацитами получены шлаки, имеющие наивысшие модули основности т. е. наиболее пригодные для производства шлакопортландцементов.

Таблица 18

Установка	Шихта	Основность шлака $\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$
Опытно-промышленный газогенератор	Кокс — сланцевый полукокс	0,83
	Торф — сланцевый полукокс	0,83
	Кокс — сланец	0,96
	Торф — сланец	0,96
Малый газогенератор	Коксик — сланец	0,98
	Антрацит — сланец, опыт I	1,14
	Антрацит — сланец, опыт II	1,10
	Антрацит — сланец, опыт III	1,09

2. Смола

Более или менее детальное исследование генераторной сланцевой смолы производилось только во время опытов на большом газогенераторе. К сожалению, из-за плохой работы очистной системы в последней задерживались лишь тяжелые фракции, в то время как легкие уносились вместе с газом в атмосферу. Несмотря на большие расходы охлаждающей воды и применение различных форсунок, добиться нормальной очистки газа не удалось.

Впоследствии с этим фактом пришлось столкнуться и при работе на малом газогенераторе, хотя очистка газа производилась в скруббере с деревянной хордовой насадкой.

Так как в газе, выходящем из скруббера, содержались бензиновые фракции, было очевидно, что водяная очистка непригодна для сланцевого газа.

На установке опытно-промышленного газогенератора выпадение смол происходило главным образом в двух точках системы: в гидравлике и в скрубберах, причем выделявшиеся смолы образовывали с водой чрезвычайно стойкие эмульсии, не поддававшиеся разрушению обычными способами.

Исследование смол из гидравлики и скрубберов показало, что смола, осажденная в скрубберах, по своему характеру близка к первичной и ближе всего подходит к смоле, получаемой в тоннельной печи, отличаясь от последней отсутствием легких бензинов и их фракций.

Если учесть, что легкие фракции проходили через систему очистки неуловленными, сходство генераторной смолы с тоннельной будет еще большим.

Тот факт, что сланцевая смола оказалась по составу близкой к первичной, находит себе объяснение в условиях опыта, так как генератор работал на высоком слое, с большим временем пребывания топлива в зонах сравнительно невысоких температур.

Вследствие этого термическое разложение сланца успевало в основном закончиться к моменту подхода шихты в область высоких температур и смола лишь в небольшой своей части подвергалась крекингу. В этом отношении особенно наглядным является опыт газификации смеси сланца и антрацита в малом газогенераторе при высоком слое топлива (опыт I, табл. 16). Выход сланцевой смолы в этом опыте составлял почти 90% от возможного (по Фишеру) и равнялся практическому выходу смолы в тоннельной печи.

Таким образом, помимо получения газа, генератор жидкого шлака может быть ориентирован и на получение максимальных выходов первичной смолы, являющейся ценным сырьем для переработки на моторное и дизельное топливо.

3. Газогенераторный процесс на антрацитах

Проведенные опыты показали полную возможность газификации с жидким шлакоудалением антрацитов шахт им. ОГПУ и им. Артема. Поскольку эти опыты проводились на генераторе малого размера, возможность использования названных антрацитов в промышленных газогенераторах не вызывает никаких сомнений, так как условия работы на них безусловно будут более благоприятными. Во время опытов выяснилось, что антрацит шахты им. Артема обладает меньшей прочностью и термоустойчивостью, вследствие чего образовывалось несколько больше мелочи, чем при газификации антрацита шахты им. ОГПУ. Однако увеличение количества мелочи практически не сказывалось на характере шлака и не затрудняло сколько-нибудь заметно ведения процесса. Неудача с мочалинским антрацитом не может быть целиком объяснена его качеством, вернее всего здесь ска-

зались и недостатки установки, не располагавшей достаточной по объему шлаковой ванной.

Поэтому на основании проведенного кратковременного опыта нельзя утверждать, что газификация этого антрацита с жидким шлаком в генераторах промышленного типа невозможна.

При опытной газификации антрацитов в качестве флюсующей добавки применялся гдовский сланец, — материал крайне неоднородный по своему составу. Вследствие этого, а также из-за малых размеров горна получавшиеся шлаки имели сильно колеблющийся состав, даже при длительной работе на определенной шихте. Судя по этому, для получения постоянных по составу шлаков необходима значительная по объему шлаковая ванна, каковую можно создать лишь в генераторах большого размера, так как высота горна определяется главным образом его диаметром.

В промышленных условиях, в зависимости от места установки генераторов, в качестве флюсующих добавок могут быть применены сланец, доменный, мартеновский и собственный шлак (оборотный) с добавкой дробленого известняка. При этом работа газогенератора может ориентироваться и на получение шлаков, годных для переработки в вяжущие материалы, и на выплавку чугуна.

В том случае, если к шлакам не предъявляются специальные требования или если генератор не предназначается для одновременного получения металла, температура воздушного дутья может быть невысокой. Проведенные опыты показали, что температура дутья 200—250° С вполне достаточна для нормального хода процесса.

Наконец, подача пара в генераторы во многих случаях может оказаться целесообразной и необходимой. Например, в тех случаях, когда генераторы предназначаются только для получения газа (шлак идет в отвал) или требуется газ повышенной калорийности.

Цифры, характеризующие генераторный процесс на антрацитах (таблица 10), не требуют пояснений. Нужно только иметь в виду, что основные технологические показатели, полученные в описанных опытах, недостаточно точно характеризуют процесс с жидким шлакоудалением в генераторах большого размера. В частности, потери тепла в окружающую среду опытным газогенератором составляли 40% и выше от всего физического тепла, развивавшегося в генераторе. В генераторах промышленного типа эти потери процентуально должны быть значительно ниже. Кроме того, не подлежит никакому сомнению, что могут быть снижены и другие потери, как, например, потери газа и углерода при продувках летки, потери углерода с шлаком, потери от уноса и др. А это значит, что в промышленных генера-

торах могут быть достигнуты большие выходы газа, т. е. лучшие к. п. д. процесса.

Так как при работе на антраците не требуется высокий подогрев воздушного дутья, т. е. установка не усложняется сооружением мощных воздухоподогревателей, и в то же время оказываются достижимыми интенсивности газификации до 1000 кг/м² в час, превышающие в 4—5 раз максимальные для существующих типов генераторов, есть все основания рекомендовать для работы на антрацитах генераторы жидкого шлака.

Конечно, до широкого внедрения в промышленность высокопроизводительных генераторов жидкого шлака необходимо дополнительно выяснить целый ряд вопросов, имеющих большое значение в условиях длительной эксплуатации. В частности, нужно: установить сорт огнеупора для футеровки пода, горна и шахты генератора и стойкость огнеупора по отношению к действию флюсов и высоких температур в производственных условиях; установить технико-экономические показатели длительной эксплуатационной работы генератора, целесообразность совмещения генераторного и металлургического процессов в одном агрегате; подобрать соответствующие шихты и надлежащие температурные режимы с целью получения шлаков, годных для переработки на вяжущие материалы; практически определить наиболее выгодное место ввода в генератор водяного пара и пр., — т. е. в конечном итоге накопить некоторый опыт, который необходим при разрешении данной технической задачи.

Все эти вопросы наиболее полно и с наименьшими затратами времени и средств могут быть выяснены на опытно-промышленном генераторе, работающем в блоке с генераторами освоенных конструкций.

4. Газогенераторный процесс на сланцевых шихтах

Как указывалось выше, опыты по газификации смесей сланцевого полукокса и сланца с торфом производились как на большом, так и на малом газогенераторах, причем полученные результаты оказались диаметрально противоположными. В то время как в опытно-промышленном генераторе оказалось возможным газифицировать шихту, состоящую из 65,6% торфа и 34,4% сланцевого полукокса, в малом генераторе нормально не шли и более богатые шихты с содержанием торфа до 80%.

Вероятнее всего это происходило по двум причинам: 1) для газификации применялся рубленый торф и 2) потери тепла во внешнюю среду из-за чрезмерного охлаждения горна были относительно велики.

Таким образом, о возможности газификации торфосланцевых шихт можно говорить только на основании одного опыта.

Однако, поскольку в настоящее время имеется сравнительно

богатый опыт по работе доменных печей на сыром торфе, трудно предположить, что добавка сланцевого полукокса или сланца (до известных пределов) может нарушить нормальный ход генератора. С этой точки зрения надо признать, что газификация торфо-сланцевых шихт возможна, хотя и требует неукоснительного соблюдения ряда дополнительных условий, касающихся главным образом качества торфа.

Возвращаясь к опытам на большом газогенераторе, отметим, что применявшийся торф имел влажность около 32% и зольность 4,6% (на сухую массу). Судя по перегонке этого торфа в реторте Фишера и по содержанию в нем летучих, выход торфяного кокса, т. е. твердого остатка, поступающего в горн, был близок к 24—26% по весу рабочего топлива.

Таким образом, в действительности в горн генератора поступала шихта примерно такого состава: торф. кокса 35%, сланцевого полукокса 65%, т. е. более бедная, чем в опыте с шихтой кокс — сланцевый полукокс, и практически одинаковая с шихтой из опыта сланец — кокс. Поэтому трудно ожидать, что при торфе с влажностью 30% окажется возможной работа на шихте с содержанием 40% и выше сланца или сланцевого полукокса.

Если к тому же принять во внимание сильно колеблющуюся влажность торфа, доходящую до 40—45%, то станет ясным, что совместная газификация сланца и торфа в генераторах жидкого шлака не может иметь сколько-нибудь широких перспектив.

При газификации смесей каменноугольного кокса и сланца в большом и малом газогенераторах выяснилось, что на опытно-промышленном генераторе возможно газифицировать более бедные шихты, т. е. шихты с меньшим содержанием кокса. Так как и в том и в другом случае работа велась на высоком слое топлива, уменьшение добавки кокса можно объяснить только более благоприятным балансом тепла в горне генератора, т. е. относительно меньшими потерями физического тепла во внешнюю среду.

Ограничиваясь этим замечанием, рассмотрим более подробно результаты опытов по газификации шихт сланец — антрацит, имея в виду, что сделанные при этом выводы могут быть перенесены и на случай газификации коксо-сланцевых шихт.

Выше уже указывалось, что при высоком слое топлива предельной шихтой, на которой газогенератор работал устойчиво, являлась шихта с содержанием 40% антрацита (по топливной составляющей), а при низком — шихта с содержанием 35% антрацита. Однако, помимо уменьшения доли антрацита, работа на низком слое имела и другие, чисто производственные отличия: управление процессом было проще, состав шлака от выпуска к выпуску менялся не так резко, ход генератора стал ровнее и совершенно не имело места подвисание шихты.

Преимущества работы на низком слое топлива станут особенно наглядными, если сравнить результаты соответствующих

испытаний для шихт с содержанием 40% антрацита (опыты I и II, табл. 16). Из цифр, приведенных в табл. 16, видно, что для шихт примерно одинакового состава, с содержанием связанного углерода в 34,12 и 35,19%, выходы газа оказались резко различными.

Увеличение выхода газа при работе на низком слое до 2,34 м³/кг шихты, против 1,89 м³/кг при работе на высоком слое, может быть объяснено только крекингом сланцевой смолы и обогащением сланцевого кокса, поступающего в горн генератора, смоляным коксом. Поэтому и выход смолы в случае работы на низком слое был значительно ниже и составлял всего лишь 27,5% от выхода по Фишеру.

Таким образом, с точки зрения получения наибольших выходов газа, т. е. наивысшего к. п. д. процесса по газу, газификация смесей сланец — антрацит при низком слое имеет все преимущества. При этом может быть достигнут и наименьший расход добавляемого в шихту антрацита (кокса).

Наоборот, если газогенератор ориентируется на получение максимальных выходов смолы, процесс должен вестись на высоком слое. И в том и в другом случае в качестве побочного продукта может быть получен шлак, годный для производства шлакопортландцемента.

Таким образом, если газогенераторы жидкого шлака и обладают весьма существенным недостатком, требуя обязательной добавки к сланцу твердого углерода (антрацит, кокс), они особенно ценны тем, что позволяют комплексно использовать вещество сланца и притом с наивысшим к. п. д. В связи с этим нелишне отметить, что полезная отдача известных до настоящего времени печей разного типа (для переработки сланца) ниже полезной отдачи газогенераторов жидкого шлака, и именно потому, что при переработке сланца в печах всегда остается твердый остаток (кокс или полукокс с теплотворной способностью 500—800 кал/кг), идущий в отвал. Наоборот, генераторы жидкого шлака не только способны целиком использовать органическую массу сланца, но позволяют одновременно получать и дешевое сырье для производства цементов.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Опыты на большом газогенераторе	3
Опыты на малом газогенераторе	6
1. Газификация смесей гдовского сланца с торфом	6
2. Газификация антрацитов	11
3. Газификация смесей гдовского сланца и антрацита	17
Анализ результатов опытов	21
1. Шлак	21
2. Смола	25
3. Газогенераторный процесс на антрацитах	26
4. Газогенераторный процесс на сланцевых шихтах	28

Отв. редактор инж. Г. С. Вольпе.

Техн. редактор М. И. Никитин.

Сдано в набор 5 марта 1940 г.

Подписано к печати 10 марта 1940 г.

Учетно-авторских л. 3.

Печатных л. 2.

Бумажных л. 1.

Формат бумаги 60 × 92.

В 1 бумажном л. 97400 зн.

Тираж 750.

Леноблгорлит № 1279.

Заказ № 787.

Типография „Коминтерн“. Ленинград, Красная ул., 1.