

蘇聯機器製造百科全書

第十一卷

第九章 煤氣發生爐

蘇聯機器製造百科全書編輯委員會編



機械工業出版社

蘇聯機器製造百科全書

第十一卷

第九章 煤氣發生爐

庚茲布爾格、伊瓦諾夫、別列卓夫斯基、奇列諾夫、托卡烈夫著



機械工業出版社

1955

目次

第九章 煤氣發生爐

煤氣發生爐的氣化過程原理及構造

..... 庚茲布爾格 Д.Б.Гинзбург	1
氣化過程.....	1
發生爐煤氣的種類.....	2
發生爐煤氣的分類.....	4
送風.....	4
爐身的構造.....	5
灰及熔渣的排除.....	5
加料.....	7
燃料層的攪拌.....	7
獲得發生爐煤氣的連續法及間歇法.....	7
焦油的析出和分解方法.....	8
燃料在懸浮狀態及粉末氣流中的氣化.....	8
提高煤氣熱值的方法.....	12
煤氣發生爐的工作指數.....	12
煤氣發生爐的數量及尺寸的確定.....	14
煤氣發生爐的效率.....	14
煤氣發生爐的改進.....	15

固定式煤氣發生爐的構造機件

..... 伊瓦諾夫 К.С.Иванов	16
爐篦.....	16
加料設備.....	17

爐身零件.....	21
送風箱.....	24
攪拌設備.....	24
水煤氣煤氣發生爐的管理.....	27

煤氣發生站的設備及工藝佈置圖

..... 別列卓夫斯基 С.И.Березовский	28
煤氣的濾清設備.....	29
煤氣發生站的附屬設備.....	34
設備的驗收與試驗.....	34

動力煤氣發生爐..... 奇列諾夫 А.Г.Членов

固定式煤氣發生爐.....	36
移動式煤氣發生爐.....	43
煤氣發生爐的構成機件.....	45

汽車拖拉機用煤氣發生爐

..... 托卡烈夫 Г.Г.Токарев	48
用不分解焦油燃料的煤氣發生爐.....	48
用分解焦油燃料的煤氣發生爐.....	51
煤氣發生爐的構造機件.....	53
煤氣的冷卻與濾清.....	55

參考文獻.....

中俄名詞對照表.....

第九章 煤氣發生爐

煤氣發生爐的氯化過程原理及構造

氯化過程

固體燃料氯化時，其中可燃部分是在高溫情況下，受氧氣的作用而變為氣態燃料（發生爐煤氣）。引入的氧氣或者是自由狀態的分子（重濃氧氣的空氣、空氣、純氧氣），或者是結合狀態的分子（水蒸汽、二氧化碳氣）。

表1所列是發生爐煤氣的產量和成分[8]。

煤氣發生爐（圖1）裝設有加料設備和散佈送風與支承燃料層的爐篦。當送風由下面引入爐中時（煤氣逆流式的煤氣發生爐——煤氣上升式的煤氣發生爐——直接過程的煤氣發生爐），加入的燃料最初受到由下向上流動的熱煤氣的熱量而乾燥。在進一步加熱時，燃料便分析出下列乾餾產物：水蒸汽、二氧化碳氣、重碳化氫（主要是乙烯）、沼氣、氫氣、一氧化碳、揮發焦油、醋酸、木酒精、氮氣、氨、硫化氫。未成熟的燃料（木材、泥煤）在乾餾時則分析出相當多的 CO_2 、醋酸及木酒精。硫化氫的生成不僅由於煤的有機物質的分解，而且還有由煤中所含黃鐵礦的分解，以及生成產物與 H_2 和 H_2O

的反應作用而生成。

乾餾後保留在爐內的焦炭則與氧氣起化學反應而形成可燃的煤氣。由此生成的發生爐煤氣乃在較高層與乾餾產物及燃料中的水分相混合，然後流向煤氣發生爐的上部而引出。乾餾產物可提高發生爐煤氣的熱值。但乾餾產物的成分將影響到發生爐煤氣的性質與價格以及它的淨化處理（濾清）。燃料的濕度愈大，則產出煤氣的溫度愈低。燃料濕度高及塊度尺寸大，則乾餾層應具有最大的面積。在尺寸不够大的煤氣發生爐中，或氯化率很高的情況下，使用大塊的濕燃料時，所產煤氣的質量將因大量濕氣進入氯化層使氯化層冷卻而變壞。

如果送風是從煤氣發生爐上面引入，而煤氣從其下面導出（煤氣與燃料的同向移動式煤氣發生爐——煤氣向下移動的煤氣發生爐——反向過程的煤氣發生爐），則燃料中析出的水分及乾餾產物均隨同送風氣體一起向下流動，受熱、氧化和分解。下降的燃料受乾餾析出的熱氣而加熱，同時受燃料氧化時發出來的熱能

表1 發生爐煤氣的產量及成分^①

煤 氣 的 名 稱	產 量		煤氣成分(以體積的%計)								低熱值	燃料的分析		
	乾煤氣 (公尺 ³ /公斤)	焦 油 (公斤/ 公尺 ³)	CO ₂	O ₂	C ^m H _n	CO	CH ₄	H ₂	N ₂	Q ^H _u (仟卡/ 公尺 ³)	濕 度 W(%)	灰 分 A(%)	Q ^P _u (仟卡/ 公斤)	
焦炭產製的水煤氣	1.7	—	7.0	—	—	40.8	0.8	48.5	2.9	2553	5.0	10.0	6860	
褐煤塊產製的複式水煤氣	0.845	7.2	13.0	—	—	29.6	6.9	40.9	9.6	2537	11.2	9.8	5200	
石煤產製的蒸汽-空氣煤氣	3.38	12	6.3	0.2	0.3	24.0	2.5	14.0	52.7	1347	5.5	12.3	6307	
石煤產製的空氣煤氣	2.60	10	7.3	0.1	0.4	21.0	2.2	9.0	60.0	1108	6.3	19.6	5288	
煤產製的動力煤氣(在分解焦油時)	5.18	—	8.6	—	—	18.3	0.6	14.0	58.5	964	—	—	7000	
蒸汽-氫氣送風產製的煤氣,在正常壓力下,用褐煤半焦炭	2.59	—	25.5	0.1	0.2	21.0	1.8	51.4	—	2142	2.0	18.0	6600	
同上,但用莫斯科煤	0.825	—	+20.7 (H ₂ S2.3)	0.2	0.8	31.0	4.8	37.4	2.8	2432	29.25	19.0	—	
同上,在30大氣壓時,用褐煤半焦炭	1.41	—	38.2	0.1	0.9	10.9	12.7	37.2	—	2501	14.2	10.2	5405	
焦煤產製的水煤氣另滲入其他氣體	—	—	5.3	—	9.2	29.2	13.9	36.2	6.2	4294	—	—	—	

① 詳見表7。

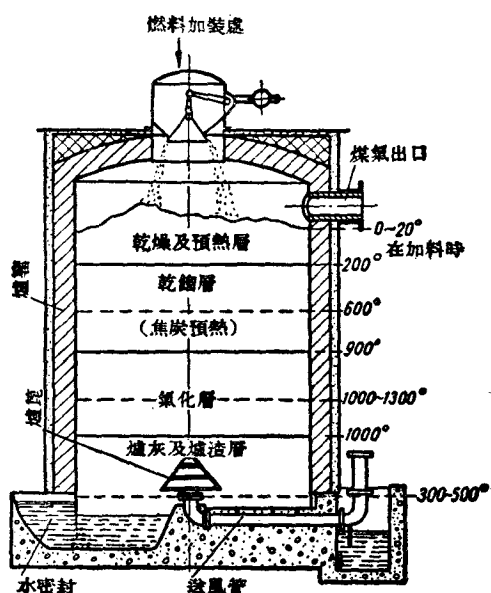


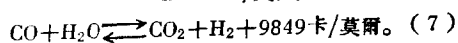
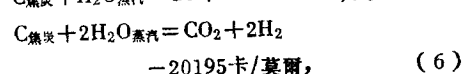
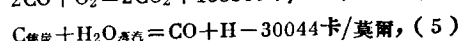
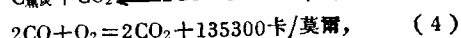
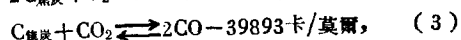
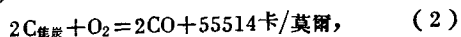
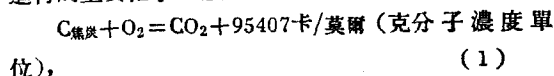
圖1 煤氣發生爐中各層的分佈圖
(數目字係指燃料溫度, 以°C計)。

而進行乾燥。在這爐中由於水分將完全降入氣化層中, 所以燃料的容許溫度要限制在低的極限。在煤氣與燃料同向移動式的煤氣發生爐中, 所產的煤氣含有少量的碳化氫、多量的氫氣和極少的揮發焦油。這種煤氣的熱值比前一種即煤氣與燃料反向移動式煤氣發生爐所產煤氣為低。

燃料經氣化後便成爐渣(灰、熔渣、未燃盡的燃料), 它積存在爐篦上必須週期地或不斷地加以清除。

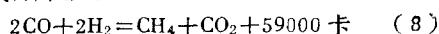
根據燃料在爐中所產生的變化, 煤氣發生爐內可劃分為下列不同作用層(圖1): 1) 燃料的乾燥及預熱層; 2) 燃料的乾餾層; 3) 反應或氣化層; 4) 灰及熔渣層。

在氣化層中生成的煤氣為原生發生爐煤氣, 它在其他層中與乾餾產物和燃料水分相混合。在氣化層中進行的主要化學反應是:



在氣化層中亦可能產生 NH_3 、 H_2S 及 SO_2 的反應

(詳見蘇聯機器製造百科全書第一卷第一章原書第372頁及第六章原書第165頁)。CH₄的生成有很重要的意義。在特種煤氣發生爐中[8], 沼氣是在高壓條件下由燃料中的碳素同氫氣或其他氣體發生相互反應作用而獲得, 例如:



溫度降低和壓力提高有利於 CH₄ 的產量的增加。

表2 所列是各種氣體的單位容積重量及熱值。

表2 各種氣體的單位容積重量及熱值

氣體名稱	氣體的容積重量 (公斤/公尺 ³)	低 熱 值	
		(仟卡/公 斤·莫爾)	(仟卡/公尺 ³)
氫 氣	0.0898	57 801	2 579
氧 氣	1.429	—	—
氮 氣	1.251	—	—
一氧化碳	1.250	67 650	3 018
二氧化碳	1.977	—	—
沼 氣	0.717	191 902	8 563
乙 烯	1.260	314 200	14 018
乙 烷	1.356	341 310	15 227
碳化氫	1.539	123 920①	5 530①
硫化氫	2.927	—	—
水 蒸 汽	0.804	—	—
空 氣	1.293	—	—

① 在 H₂O 及 SO₂ 中燃燒時。

氣化層又分為氧化或燃燒層及還原層。

在煤氣與燃料同向移動的煤氣發生爐中, 在氣化層中另外還進行着乾餾產物的分解與氧化, 以及這些氣體及燃料中的水分與碳素及氣化產物的相互反應作用。

氣體與燃料中的碳素以及氣體間的化學反應作用可在較冷的燃料層中進行, 但其速度較低。所以氣化層的熱程基本上決定着發生爐煤氣的成分。

在灰及熔渣層中, 進行着爐中餘碳的繼續燃燒和進風的預熱。熔渣的堆積往往影響進風的分配。熔渣層低非但使氣體的分配變壞, 而且會引起爐篦有燒毀的危險。爐篦的直徑愈小, 爐篦上部的熔渣層的高度就應愈高。在固定式煤氣發生爐中, 這熔渣層的高度為100~250公厘。

發生爐煤氣的種類

空氣煤氣是將清潔的空氣供給至煤氣發生爐中而獲得的。在氣化層中進行的化學反應是(1), (2),

(3)及(4)。如果提高溫度及降低壓力，則反應(3)的平衡將趨向於CO的形成。

表3所列是在一個大氣壓下於不同溫度時，各種氣體的平衡混合成分。

表3 各種氣體的平衡混合的成分

溫度(°C)	CO ₂	CO	N ₂
400	20.6	0.9	78.5
500	17.1	6.4	76.5
600	10.1	18.1	71.8
700	3.1	29.4	67.5
800	0.6	33.7	65.7

在CO₂及O₂與碳素相互起反應作用的過程中，起着觸媒作用的是金屬和它們的鹽類以及氧化物。未成熟的燃料底乾餾殘餘物比之成熟的較為活性，如圖2所示。燃料在低溫進行乾餾可促使其活性提高。氯化過程的研究[8]指出，在普通煤氣發生爐的工作條件下，CO₂的還原並不限制氯化過程，即氯化率的增加能引起CO₂還原速度的相應增加。

空氣煤氣中含有大量的氮氣。要獲得良好質量的空氣煤氣並使煤氣發生爐達到高度的生產率，必須提高紅熱層的溫度，增加燃料的表面面積並使氣體在燃料顆粒間均衡地和急劇地流動。

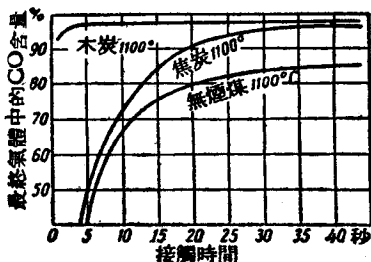


圖2 焦炭、無煙煤及木炭對二氧化碳的還原速度。

煤氣與燃料反向移動式的煤氣發生爐中，在氯化層以上的燃料層起着熱交換器的作用——煤氣氣流將高溫熱量傳給燃料。燃料愈濕及顆粒愈大，則煤氣給予燃料以足夠熱量的燃料層的高度就要愈高。

水煤氣是將水蒸汽供應至煤氣發生爐中而獲得的。在反應層中，蒸汽與碳以及生成氣體之間所進行的反應是(5—7)及(3)。在高溫時CO₂的數量減少。壓力的提高則阻礙水蒸汽的分解。在獲得水煤氣的同時還形成有CH₄。

圖3所示是在一大氣壓下水煤氣中平衡成分的特

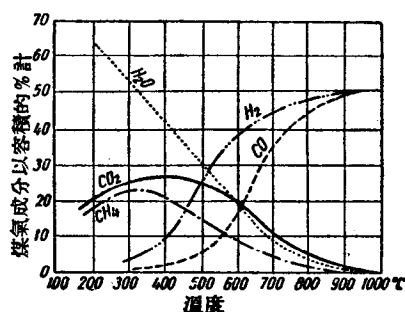


圖3 在一大氣壓下水煤氣的平衡成分。

性曲線。在水煤氣發生爐的一般工作條件下，水蒸汽分解化學反應的阻力相當大。所以要提高水煤氣的生產率及水蒸汽的分解，必須提高溫度。水煤氣的成分主要是CO及H₂，但亦含有少量的CO₂、N₂及CH₄。

通常在第一階段是將空氣（熱鼓風）送入煤氣發生爐中，此時由於燃料中的碳素氧化為CO₂及CO，故燃料層的溫度增高。在次一階段是將水蒸汽（形成煤氣的）送入煤氣發生爐中而獲得水煤氣。此時燃料層的溫度逐漸下降，分解的蒸汽及獲得的水煤氣亦隨之減少。這時如果繼續進入水蒸汽將成為不適宜，因此必須將它停止而重新轉送熱空氣。在送熱風的階段中，應力求生成最多量的CO₂，以使煤氣發生爐內產生最大的熱量，並使燃燒產物所帶走的熱量減至最小。水煤氣發生爐中燃料氯化層的溫度，在空氣送風時遠低於空氣或蒸汽空氣煤氣發生爐的氯化層溫度（開始鼓風時氯化層的溫度為900—1000°C）。這就妨礙着煤氣發生爐在蒸汽送風階段的工作強度。具有特殊構造的煤氣發生爐則可連續地獲得水煤氣。但在這種過程中，必須要有一定熱量隨着強烈地過熱的水蒸汽引入，或用外熱氯化室來引入熱量。普通用含揮發物少的（無煙煤、焦炭、半焦炭）燃料來生成水煤氣，其目的就是減低空氣送風階段的損失。

蒸汽-空氣（混合的）煤氣是將摻有水蒸汽的空氣送入煤氣發生爐中而獲得的。

空氣送風中摻入水蒸汽的目的是減少結渣、降低氯化層的溫度及提高煤氣的熱值。在這種煤氣發生爐中，除了進行獲得空氣煤氣的反應外，還進行着獲得水煤氣的反應，而使氯化層的溫度降低。蒸汽-空氣煤氣的熱值較高於空氣煤氣。其中並由於N₂含量的減少而含有較多的CO及H₂。

有利於獲得蒸汽-空氣煤氣過程的因素與獲得空氣煤氣的相同。引入水蒸汽的數量是每公斤非揮發碳

素合 400~600 克。引入過量的水蒸汽將引起氧化層溫度急劇下降，使煤氣的質量變壞及生產率降低。過多水分由燃料所引進者：1) 用高溫度燃料；2) 用大塊濕燃料；3) 煤氣與燃料的運動為同向時。灰分為低熔點者則必須引入大量蒸汽以減少結渣現象。

掌握煤氣發生過程在高的溫度下能使發生爐煤氣中 CO_2 及 H_2O 的含量降低到最小。要增加生產率而不引起煤氣質量的變壞，就必須增加反應層的高度，因為唯有這樣化學反應的速度才不限制煤氣發生的過程。圖 4 所示是研究 3 公尺直徑、燃用焦炭、設有旋轉式爐篦及冷却隔層的空氣-蒸汽煤氣發生爐所得的數據。

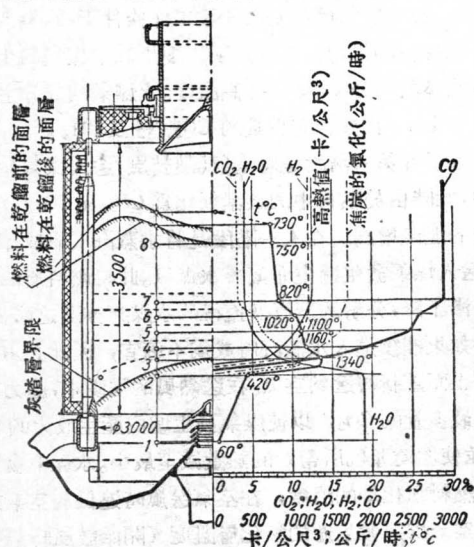


圖 4 燃料層各層高度上溫度的分佈及煤氣的成分。

再生煤氣是在煤氣發生爐內送入二氧化碳氣體而獲得。二氧化碳的作用與水蒸汽的作用相似。當二氧化碳分解時，它形成高熱值煤氣，其反應過程可使它與獲得水煤氣的過程相似。二氧化碳是為加濃煤氣而引入，也是採取摻入氧氣或空氣送風中的方式。應用工業爐子排出的廢氣雖可利用它的高溫熱，但由於廢氣中含有多量氮氣，煤氣的熱值將因之降低。

蒸汽-氧氣煤氣是將加有相當多分量蒸汽的氧氣送入煤氣發生爐中而獲得。這種煤氣具有高的熱值。蒸汽的引入是為降低煤氣發生爐的溫度及獲得氫氣。在反應過程中壓力增高可促使 CH_4 產量增加及氧氣消耗量的降低。二氧化碳氣體在煤氣中是不希望有的氣體，它可較易地在高壓下用水沖洗煤氣來清除。

在產製過程中，需要加以壓縮的只有供應量少的氧氣。煤氣的壓力可以利用來作為遠距離的運輸。煤氣的壓縮和速度的降低是在燃料層阻力小、接觸時間要

求較長以及小顆粒被帶走要求減少的條件下採用，從而有可能應用細顆粒燃料氣化和使煤氣發生爐的生產率提高。由於在產製氧氣方面有極大的成就，所以蒸汽-氧氣送風產製煤氣的方法有很大的前途。

發生爐煤氣的分類

表徵煤氣發生爐的構造和工作的基本特徵是：產製煤氣的種類，這決定於送風的成分；氣化介質的供給方法；氣體的流動方向；灰的清除方法及燃料層的攪拌方法。

在煤氣發生爐的實際工作中，亦有用下列規定劃分的：1) 手操作加料及排除爐渣(灰及熔渣)的煤氣發生爐；2) 機械排除爐渣的半機械化煤氣發生爐；3) 機械加料及排除爐渣並自動攪拌的機械化煤氣發生爐。

送風

煤氣發生爐分為自然吸風的(自己進風的)及人工送風的。在自然吸風的煤氣發生爐中(圖 5)，氣體的流動是由於冷空氣柱壓迫煤氣發生爐中較輕的熱氣體而產生。這種壓制的力量不大，所以限制着應用燃料的種類及煤氣發生爐的生產率。現今的煤氣發生爐以採用人工送風的居多。

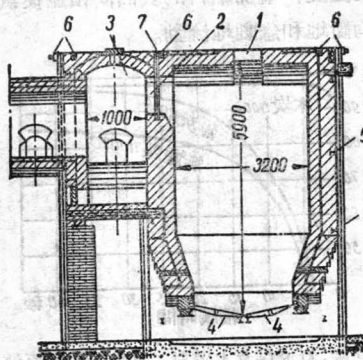


圖 5 平置爐篦的自然吸風式煤氣發生爐：

1—加料孔；2—煤氣出口；3—集氣器；4—平置爐篦；5—連接樑；6—攀條；7—開門。

送風可以是壓入煤氣發生爐的或者是抽吸的。在蒸汽-空氣或空氣煤氣發生爐中，空氣是由鼓風機供給，有時則用噴射器供給。鼓風的壓力須能克服燃料層、儀具及煤氣發生爐後各煤氣管的阻力。這種裝置的缺點是煤氣經過密封不良的地方時容易外洩。

用人工吸風比較合乎衛生，因為煤氣發生爐以後的煤氣管和儀具設備以及煤氣發生爐本身都處於真空

狀態。但在襯墊、汽閥、檢修人孔及爐壳的密封不良時，空氣就會被吸入。這就是這種裝置的缺點，並可能引起部分煤氣的燃燒及爆炸。抽吸式裝置主要用在煤氣發動機方面。它的抽吸作用是於活塞在汽缸中運動所產生的吸力而產生。抽吸作用亦可由裝在煤氣發生爐或濾清裝置後的送風機或壓縮機來進行。

用人工送風的煤氣發生爐，其底部的密封或用水封(圖 8~10)或用乾式封口(圖 7 及 15)。乾式封口用於高壓送風的設備上(水煤氣發生爐——圖 15, 16)，它對爐爐與水的反應作用以及簡化構造上均不利。

爐身的構造

圓形爐身的爐壁是用磚砌成而外包鋼壳。無外壳的磚砌煤氣發生爐大都是長方形並由幾座並列排成整體(圖 6 及 7)。帶有鋼壳而非機械操作的煤氣發生爐，其爐腔壁較薄(圖 8)。

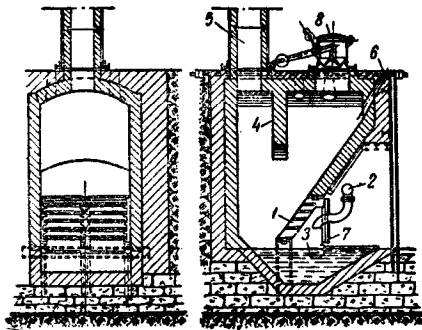


圖 6 帶階梯爐籠的送風式煤氣發生爐：

1—爐籠；2—空氣管路；3—水密封；4—隔牆；5—煤氣出口；6—攪拌孔；7—小門；8—加料箱。

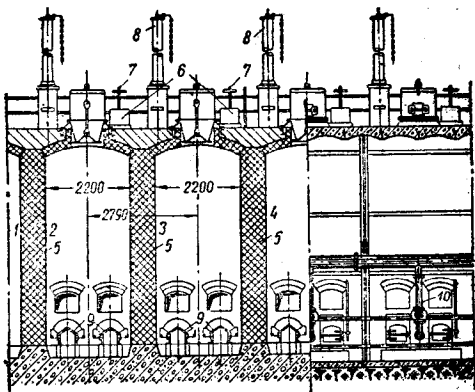


圖 7 帶罩形爐籠的煤氣發生爐：

1, 2, 3, 4—爐身；5—內壁；6—輪送支管；7—支管閥；8—生火管；9—罩形爐籠；10—空氣管路。

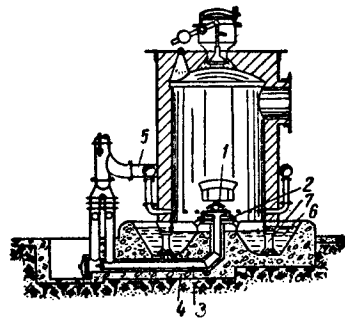


圖 8 設有鋼外壳及圓形固定爐籠的煤氣發生爐：
1—爐籠帽罩；2—環狀爐籠；3—向爐籠中央送風的送風管；4—向爐籠圓圈送風的送風管；5—向煤氣發生爐爐腔圓圈送風的送風管；6—水密封；7—煤氣發生爐的支柱。

半機械化及機械化操作的煤氣發生爐有設簡單鋼外壳的(圖 9)及設水冷却外壳的(圖 10)(水隔層或蒸汽水隔層)。後者可預防熔渣熔結於爐壁。

煤氣發生爐爐身上部是用磚砌拱頂蓋覆，在拱頂之上則另覆有金屬板。在某些構造中，則用水冷却的全金屬蓋代替拱頂(圖 13)，以便裝置自動加料的攪拌設備。在必要時，從這種爐頂蓋中且可得到蒸汽(圖 9)。

在高壓下氧化時，採用特殊構造的煤氣發生爐。圖 11 所示是在 10~20 大氣壓下工作的煤氣發生爐。其中蒸汽就是在冷却夾層中生成。這種冷却可防止外壳受氧氣的腐蝕及氫氣的脫碳作用。

灰及熔渣的排除

灰及熔渣的排除有用手操作的、機械操作的和趁它在液體狀態時排除的。設有固定爐籠的煤氣發生爐

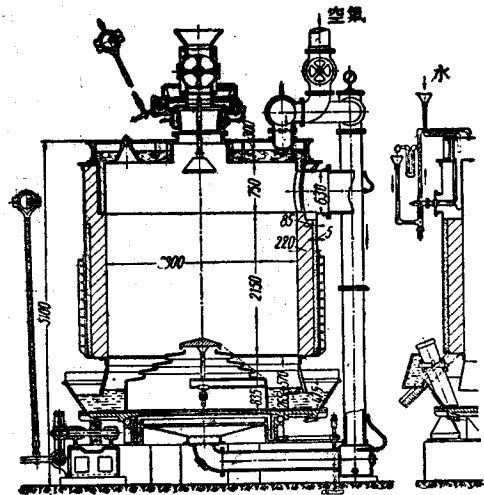


圖 9 設有旋轉爐籠及頂蓋蒸汽器的煤氣發生爐。

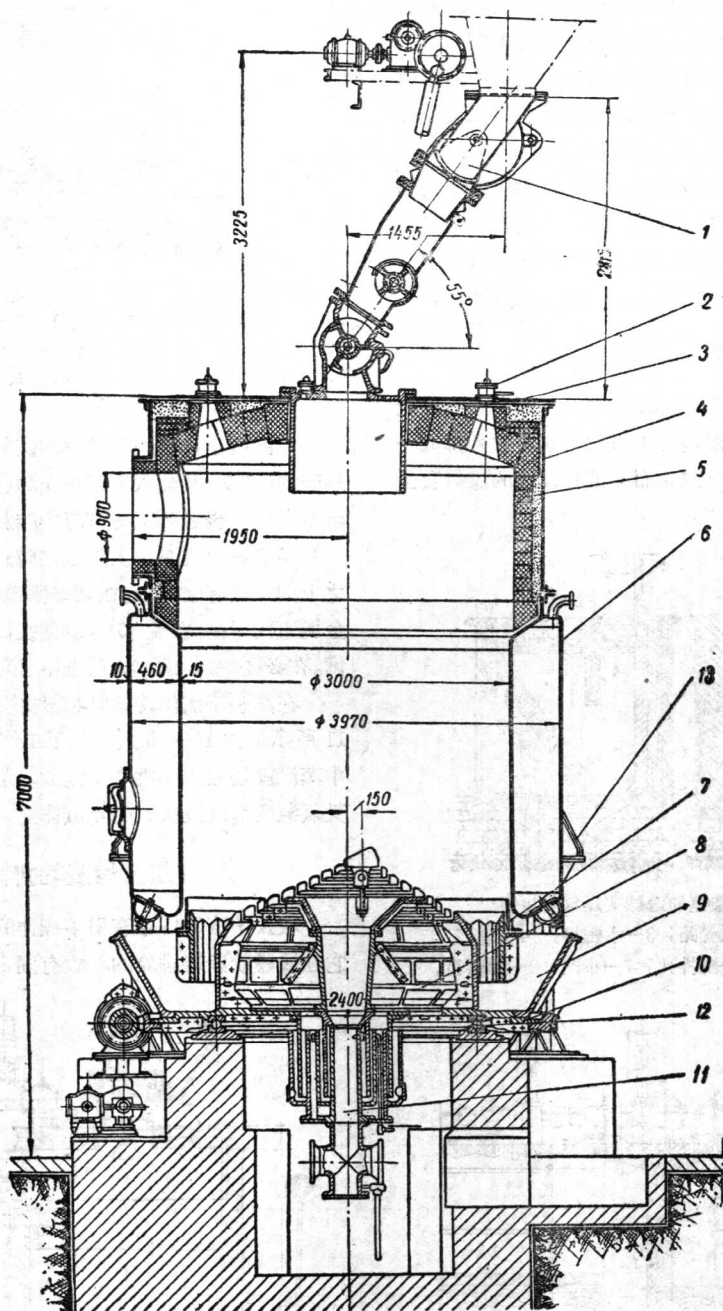


圖10 有旋轉爐體的煤氣發生爐：

1—機械加料器；2—攪拌孔；3—蓋子；4—本體；5—爐腔；6—蒸汽水套(直徑3000公厘，高度3140公厘)；7—裙圍板；8—兩節式爐體；9—水盤；10—爐底；11—送風箱；12—球形支點；13—支柱。

(圖 6~8) 其中灰及熔渣的排除是間歇地藉手操作來進行。

機械排除灰及熔渣，通常是採用特殊的旋轉式爐篦(圖 9, 10) 它可不斷地排除爐渣。這種爐篦的作用原理是將位於旋轉底部的灰及熔渣，用刀(鏟子)將它頂碎而出除。爲了破碎爐篦上的熔渣，也有裝設偏心和其他式樣的舌片等。這種爐篦可分爲裝置在煤氣發生爐軸線上的小截面的中央爐篦及佔有相當大截面的爐篦。

在排除液態熔渣的煤氣發生爐中(圖 12)，其爐身下部須保持熔化熔渣的溫度。排除液態熔渣可簡化灰渣的清除，並且給予可能使用高灰分及灰分熔點低的燃料來氣化，並可能對所得熔渣像金屬廢料加以利用。煤氣發生爐在採用液態熔渣排除方式時，其生產率可以大大地提高。

爲使這種煤氣發生爐能不間斷的工作，其熔渣應易於熔化並有足夠的流動性。爲了降低熔化溫度及增加熔渣的流動性，在燃料中可混以熔劑(熔渣、石灰岩、貧礦、冶金生產的廢料)。

液態熔渣排除式的煤氣發生爐沒有得到廣泛的應用，原因是熔渣極易凝固，且會帶走大量的燃料屑及強力地腐蝕爐膛。在這種爐內僅能氣化有機機械和熱強度的燃料(主要是焦炭)，以免熔合成塊。當利用預熱或加濃氧氣作爲送風時，它們的工作條件將可改善。

加 料

加料設備有用手操作或利用機械操作的(自動加料設備)。後者採用於連續供料或以大量燃料加入煤氣發生爐中者。煤氣發生爐的工作情況、煤氣成分及煤氣的熱值在一定程度上決定於燃料的加入方法。在加料之後，煤氣溫度將立刻下降，同時煤氣中的揮發物、水汽及 CO_2 的含量都將增加。經過一段時間之後，煤氣中 CO 的含量增加。然後又開始煤氣溫度及 CO_2 含量的增高。當應用連續作用的自動加料則可使氣化過程穩定。

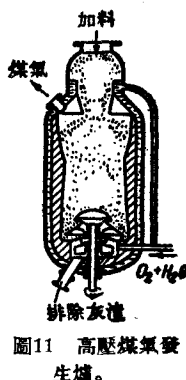


圖11 高壓煤氣發生爐。

燃料層的攪拌

燃料層的攪拌作用是消除爐膛的局部燒穿、破碎燃料和熔渣凝結成塊，以及擊落爐壁上貼結着的熔渣和刮平燃料層。煤氣發生爐的攪拌有用手操作的及利用機械和自動裝置進行操作的。

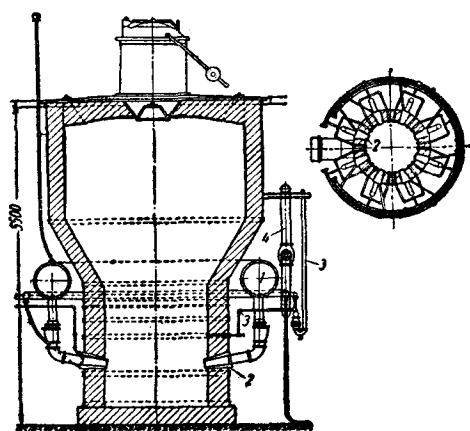


圖12 排除液態熔渣的煤氣發生爐：

1—空氣管；2—用水冷却的通風口；
3—蒸汽管；4—水管。

自動攪拌裝置是用於使用結塊燃料氣化的煤氣發生爐中，它是一種在燃料層中移動的水冷却鐵桿(圖 13)、攪拌耙(圖 14)或鐵耙。這種攪拌耙有時亦採用風動或電動的聯動。它們可裝在煤氣發生爐拱頂上的任何位置通過攪拌孔而入爐中。

燃料層的刮平及攪拌亦可藉轉動爐身及利用一種攪拌裝置來達到。

自動攪拌：a)可大大地提高煤氣發生爐的生產率；
b)改善爐身截面的煤氣分佈條件；b)預防爐體燒穿。

獲得發生爐煤氣的連續法及間歇法

不從外面引進熱量而不斷地獲得發生爐煤氣，只有在煤氣發生爐發生煤氣過程中能夠達到優良的熱力效應時，才有可能，也就是只有在獲得空氣、蒸汽-空氣及蒸汽-氧氣煤氣時才有可能。在獲得水煤氣或再生發生爐煤氣時，在過程中最後的熱效應是不良的，而且所用煤氣發生爐的構造有許多特點。在水煤氣發生爐中(圖 15, 16)，水蒸汽的供入和水煤氣的排出可以規定由上而下及由下而上。由於這種煤氣發生爐中具有相當大的壓力，所以要採用特殊構造的給料器。

水煤氣發生爐中空氣送風時的產物要帶走大量的熱量，這熱量在現代設備中利用它來過熱鍋爐中的水蒸汽。這種設備上開的啓閉係採用自動裝置。

在煤氣發生爐(圖 18)中，用煙煤氣化而獲取保持其揮發物在內的水煤氣(複式水煤氣)時，空氣送風的產物不經過進行乾餾的燃料層。

在連續獲得水煤氣(圖 17)的煤氣發生爐構造中，必需供給的熱量是由經再生器強力地加熱的水蒸汽和煤氣循環部分的混合氣引入。

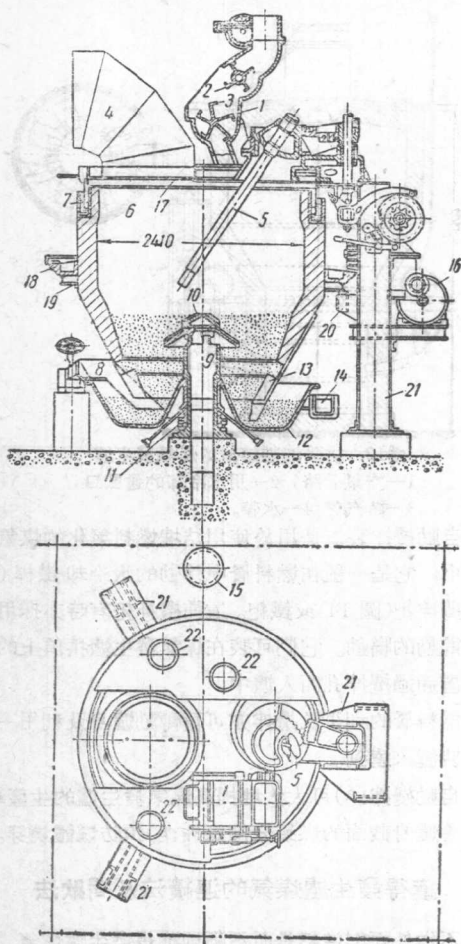


圖13 有攪拌鐵桿的煤氣發生爐：

1—給料器；2,3—給料器滾筒；4—煤氣管；5—攪拌鐵桿；6—爐身；7—煤氣發生爐頂蓋的水密封；8—熔渣刮刀片；9—具有乾式密封器的進空氣管；10—爐篦；11—灰盤的球形支點；12—灰盤；13—裙圈；14—流水槽；15—蒸汽噴射器；16—電動機；17—水冷金屬蓋；18—爐身齒輪圈；19—支承鐵軌；20—支承滾柱；21—支柱；22—攪拌孔。

亦曾對一種構造進行了研究，在這種構造中，煤氣發生過程中所需的熱量係在圍繞氣化室的預燃室內用燃燒煤氣的辦法來供熱。

獲得 CO 與 H_2 (合成煤氣) 具有一定比例的煤氣，既可用連續法(引入一定比例 H_2O 及 O_2)，也可用間歇法，後者是在產生煤氣階段時，壓送含有碳化氫的各種氣體，特別是燃料中乾餾出的氣體。

其中的碳化氫將在煤氣發生爐中遭到分解。

焦油的析出和分解方法

燃料中析出的焦油有一部分在煤氣發生爐的下面

燃料層中受到分解。為了給予燃料的乾餾建立有利條件，在煤氣發生爐中應在主爐身上部構成小截面的爐腔——蒸餾體。它的作用是使焦油在較低溫度區析出而不分解。

煤氣發生爐又分為一個煤氣出口的和兩個煤氣出口的。在使用極濕的燃料(原木、泥煤、濕的褐煤)時，所有煤氣都經過蒸餾體(圖19)，並從其上部的出口排出。兩個出口的煤氣發生爐適合於應用含有少量水分(石煤、褐煤磚)的燃料。上部出口的煤氣溫度一般不超過 $100\sim 120^\circ\text{C}$ 。應用石煤氣化時，經過蒸餾體排出的煤氣是總量的 $\frac{1}{3}\sim\frac{1}{4}$ 。

要使焦油在煤氣發生爐中分解，那就必須規定使含有焦油的煤氣經過煤氣發生爐的高溫層。

最普遍採用的是燃料與煤氣的同向移動式煤氣發生爐(參閱圖 51)。由於這種構造對於爐體的燒盡並不適宜，所以它只可利用來使用低灰分的燃料。在雙層的煤氣發生爐中，則爐體的燃盡可以得到改進(參閱圖 56)。其中空氣是從上方及下方引進，煤氣則從煤氣發生爐的中部排出。由於空氣係從下面送入，故爐體可得較好的燃盡。

已採用有雙爐身的煤氣發生爐(參閱圖 57)。在這種爐中含焦油燃料是在其中一個爐身中氣化，而另一個爐身則氣化無焦油燃料。使帶有焦油的煤氣從一個爐身引入另一個爐身中進行分解。這種裝置的缺點是必須採用兩種燃料。

燃料在懸浮狀態及粉末氣流中的氣化

在普通型式的煤氣發生爐中，燃料是比較緊密地聚集在爐篦或爐底上的。在某些特殊構造的煤氣發生爐中，燃料則是在懸浮狀態下氣化。

在‘帶沸騰層’的構造中(圖 20)[8]，由於高速送風，因而燃料處於運動狀態；灰分被煤氣帶走並藉送入煤氣發生爐上部的鼓風而氣化。這種煤氣發生爐具有很高的生產率，為此，可利用來生產蒸汽氣體的煤氣以達合成的要求。由於整個燃料層的溫度很高，所以所得煤氣的 CH_4 含量較少，同時燃料中所含焦油物質且可完全分解。

在全蘇煤氣及液體燃料科學研究學院(ВНИИ)所設計及實驗的 ВНИГИ[9, 38] 型煤氣發生爐中，就是以細碎的泥煤或其他燃料引入錐形爐身內在懸浮狀態下氣化的。這種優越的發生爐有高度的生產率，可以利用細碎燃料特別是極細的泥煤。在這種構造中，粉末狀燃料是在氣流中氣化。

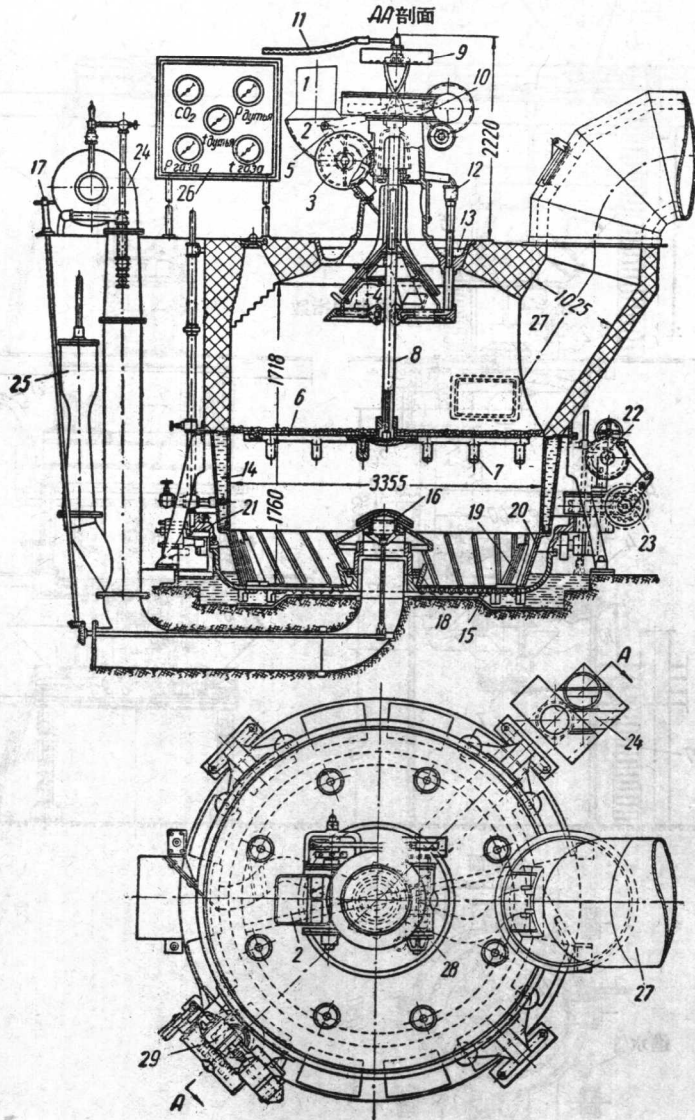


圖14 有攪耙的煤氣發生爐：

1—料斗槽；2—接納漏斗；3—給料器；4—佈料錐體；5—給料器滾筒的傳動裝置；
 6—攪拌耙橫臂；7—耙齒；8—爐耙豎軸；9—荷重箱；10—蝸輪；11—冷却水管；
 12—水漏斗；13—蓋上的冷却水；14—冷却壳；15—除灰桿；16—爐篦頂罩；
 17—調節爐篦空氣縫口的手輪；18、19—移動及打碎熔渣的刀；20—軌板；21—轉
 動除灰桿的傳動齒輪圈；22—除灰桿的減速器；23—除灰桿的棘輪傳動；24—送
 風機(假定的位置)；25—蒸汽噴射器(備用的)；26—調節及計量的儀表板；27—從
 煤氣發生爐引出的煤氣管；28—給料器的傳動電動機；29—除灰桿的傳動電動機
 (假定的位置)。

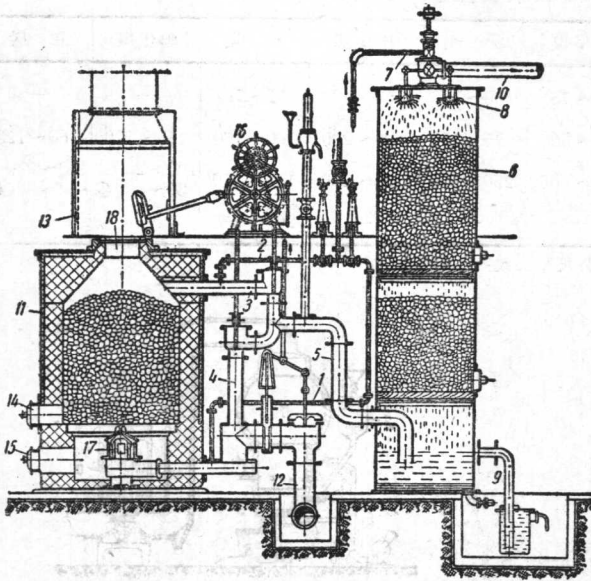


圖16 獲得水煤氣的簡單裝置及煤氣發生爐：
1—通往煤氣發生爐下部的蒸汽管；2—通至上部的蒸汽管；
3—從上部引出的水煤氣管；4—從下面引出的水煤氣管；5—
接往洗滌塔的水煤氣管；6—洗煤氣的洗滌塔；7—洗滌塔
的進水管；8—噴水設備；9—排水管；10—從洗滌塔引出的煤
氣管；11—煤氣發生爐；12—連接送風機的空氣管；13—空氣
送風產物引出至大氣中的排出管；14、15—檢查及清除的小
門；16—控制閥門的捲揚機；17—爐篦支座及鼓風分配器；
18—加料及排除空氣送風產品的爐頂孔。

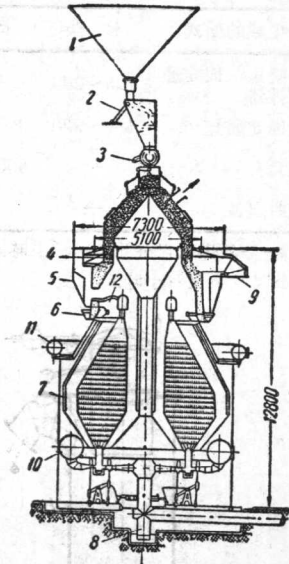


圖17 獲得水煤氣的煤氣發生爐簡圖：
1—料斗；2—自動過稱機；3—自動給料器；
4—低溫碳化（蒸餾）室（煤氣引到發生爐）；
5—氣化室；6—環狀旋轉式爐篦；7—再生
室；8—煙道；9—水煤氣排出管接頭（一
部分到發生爐，一部分到用戶）；10—循環地供
給煤氣、水蒸汽及乾餾氣體的環狀管；11—
環狀空氣管；12—循環供給煤氣及蒸汽的引
入孔。

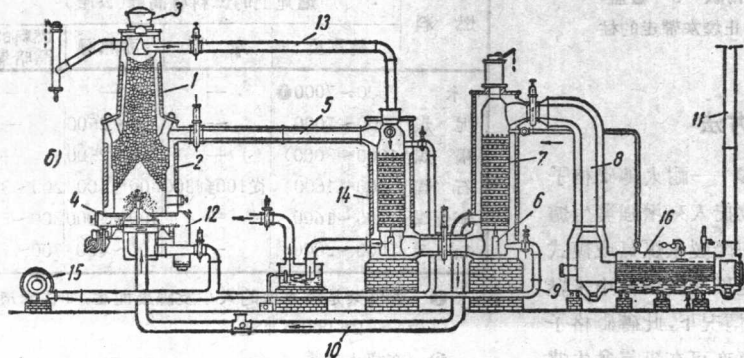
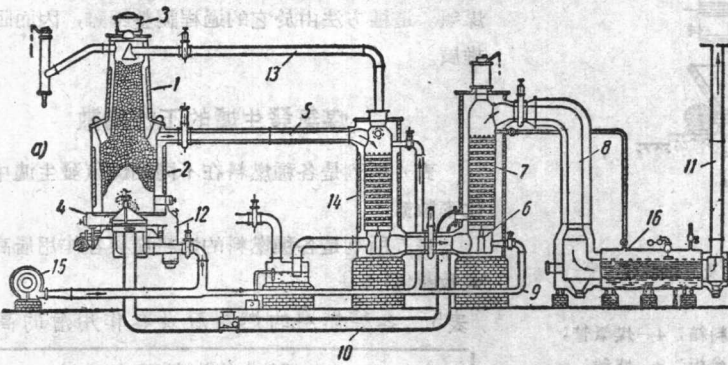


圖18 獲得複式水煤氣的
煤氣發生爐裝置簡圖：
a—熱空氣送風階段；b—蒸汽送
風階段——形成煤氣；1—蒸餾
體；2—主爐身；3—加料設備；
4—煤氣發生爐的乾封閘；5—熱
鼓風產物的煤氣管；6—燃燒室；
7—蒸汽過熱器；8—通蒸汽鍋爐
的煤氣管；9—通燃燒室及氣化
器的空氣管；10—通煤氣發生
爐的蒸汽管；11—煙道；12—灰
箱；13—複式水煤氣的煤氣管；
14—氣化器；15—送風機；16—
蒸汽鍋爐。

表4 各種燃料在不同煤氣發生爐中的氣化率^①

煤氣發生爐的型式	木 柴	木 屑	泥 煤	褐 煤	褐煤磚	石 煤	無煙煤	焦 炭
用自然吸風，固定爐篦及手攪拌器	100~200	—	50~75	50~100	50~90	35~70	—	—
用送風及固定爐篦	150~300	300~500	100~300	75~250	80~200	60~150	60~120	60~120
用旋轉爐篦	—	400~700	300~600	250~500	150~250	120~250	100~200 300~400 ^②	100~200 600~800 ^②
用自動攪拌裝置	—	—	—	—	—	200~350	—	—

① 蒸氣-空氣煤氣以公斤/公尺²小時計；水煤氣以公尺³/公尺²·小時計。

② 以公尺³/公尺²·小時計。

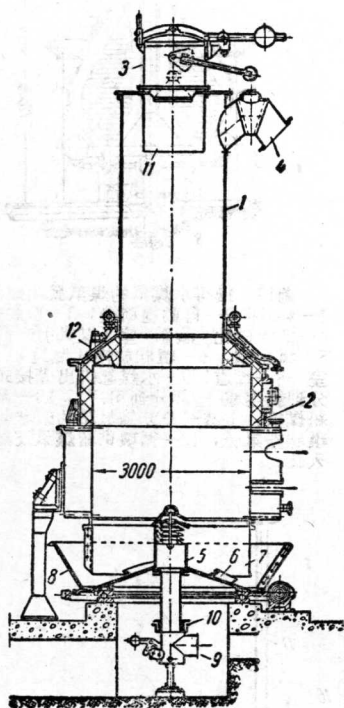


圖19 帶有蒸餾體以提高產量及焦油質量的煤氣發生爐：

- 1—蒸餾體；2—下部爐身；3—加料箱；4—煤氣管；
5—中央爐篦；6—盤的刮舌；7—滑板；8—爐盤；
9—空氣進口；10—封壳；11—防止煙灰帶走的柱筒；12—攪拌孔。

提高煤氣熱值的方法

爲了提高熱值，可以在氣化器——耐火磚砌格子的裂化室中用液體燃料的分解產物摻入來增強發生爐煤氣。磚砌格子係間歇地被燒熱。在產製水煤氣或複式水煤氣時，這磚砌格子係在空氣送風階段用其中未燃盡的空氣送風產物來燒熱；在其他情況下，此磚砌格子是用特爲注入的燃料來燒熱。摻氣亦可在煤氣發生爐

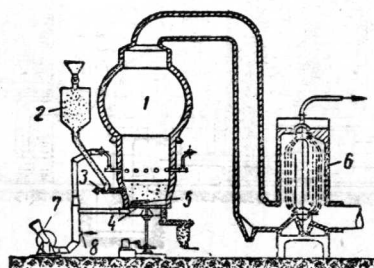


圖20 帶有沸騰層的煤氣發生爐：

- 1—煤氣發生爐；2—乾燥煤漏斗；3—螺旋輸送機；
4—爐篦；5—除灰攪動器；6—鍋爐再生器；7—空氣與氧氣鼓入口；8—蒸汽入口。

本身中進行，就是利用煤氣中所含的焦油，使焦油集聚而進入煤氣發生爐的紅熱層，使之在爐中分解而加濃煤氣。這種方法由於它的過程調整困難，因而阻礙了推廣。

煤氣發生爐的工作指數

表4所列是各種燃料在不同的煤氣發生爐中的氣化率數據。

表5所列是各種燃料的燃料層與各作用層高度的大致關係[8]。

表5 各種燃料的燃料層及各作用層的高度

燃 料	爐篦上的燃料層高度(公厘)			
	總高度	灰 層	赤熱層	燃料的 蒸餾層 ^②
木	2000~7000 ^①	—	—	—
泥 煤	3600~7000	—	300~2500	—
褐 煤	1000~3000	—	300~2500	—
石 煤	600~1600	從100到300	300~1000	200~300
無煙煤	700~1600	—	400~1000	300~500
焦 炭	1000~2000	—	100~400	700~1200

① 對劈柴是隨木塊的大小及濕度而定，如係木屑則減少——由1000公厘起。

② 在填土之後。

表6 獲得空氣及蒸汽-空氣煤氣時各種燃料的氯化指數

參數	單位	木架	木屑	泥		莫斯科 附近的 煤BO	齊格賓 斯克萊 BK	頓巴斯 煤II	頓巴斯 煤I	鐵工用 煤II	頓巴斯 無煙煤 AM	焦炭 粉末
				附發生爐 蒸餾體	煤氣發生爐 不帶發生爐 蒸餾體①							
燃料	溫度 $t_{r,p}$	25.5	38.4	36.3	44.0	32.0	19.0	12.5	5.5	9.0	5.0	16.0
	灰分 A^p	0.5	0.3	4.5	2.2	18.2	16.2	11.8	12.3	7.5	10.45	16.6
	塊度	120×1000	120×1000	—	—	20~50	25~75	13~50	13~50	10~75	10~25	6~15
送風	熱值 Q_p	3200	2519	2879	2599	3042	4166	5435	6307	6240	6720	5274
	空氣消耗量	0.98	0.61	0.88	1.01	0.92	1.04	1.70	2.24	2.10	2.77	2.17
	蒸汽消耗量	—	0.061	0.056	0.05	0.12	0.2	0.3	0.34	0.25	0.5	0.35
煤	蒸汽-空氣混合物的溫度	—	48	40	36	53	55	58	56	50	58	56
	壓力	—	50	215	60	150~300	150~300	150~300	150~300	150~300	150~300	150~300
氣	乾燥煤成分:											
	CO ₂	5.6	9.1	9.4	11.0	5.6	4.5	7.0	6.0	4.0	5.5	4.0
	C _m H _n (C ₂ H ₄)	0.4	0.4	0.6	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	—	—
	O ₂	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	H ₂ S	—	—	—	—	0.9	0.2	1.0	0.3	0.1	0.2	0.2
	CO	28.8	24.1	23.6	19.7	26.0	28.0	24.0	24.0	27.0	27.5	29.0
	H ₂	11.7	11.0	15.0	13.0	13.9	15.0	15.0	14.0	13.0	13.5	12.0
	CH ₄	3.3	3.2	2.9	2.5	2.2	2.0	2.5	2.5	2.7	0.5	0.6
	N ₂	50.1	53.1	48.3	53.2	50.8	49.9	50.0	52.7	52.7	52.6	54.0
	Q _g	1508	1239	1432	1184	1438	1441	1413	1357	1428	1230	1248
	乾燥氣含量											
	水分	232	405	261	332	270	145	100	65	65	45	94
	焦油物質	59	56	45	31	28	14	15	12	15	—	—
	煙灰	—	—	3	—	11	14	12	9	6	9	9
爐	工作燃料的煤氣產量:											
	乾的	1.55	1.29	1.49	1.52	1.43	2.14	2.74	3.38	3.24	4.16	3.19
	濕的	2.00	1.94	1.97	2.15	1.91	2.52	3.07	3.65	3.52	4.40	3.56
效率	煤氣發生爐排出的煤氣溫度	270	250	80	180	125	300	500	600	500	550	475
	燃料含量	50	50	9.2	19	20	15	12	10	10	15	12
	位能熱煤氣	73.2	68.2	74.1	69.3	67.6	74.0	71.2	72.6	74.2	76.2	76.3
氯化	以燃料位能熱的%計	88	83	88.2	82.3	78.7	80.0	77.5	78.1	81.1	—	—
	煤氣及焦油	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

① 用不大的氯化率及相當大粉末含量的泥煤時,設有固定爐底。

表 6 所列是各種燃料在產製空氣及蒸汽-空氣煤氣時的氯化指數[8, 9, 16, 39]。

較高的氯化率值是與燃料中灰分及焦炭的良好質量相關連的，當它們的質量良好時，則氯化率可能提高。當選用小顆粒燃料時，燃料層的高度可能大大的低於表 5 所列的最小尺寸。表 4, 5, 6 中所列指數，適合於 1 公尺以上直徑的固定式煤氣發生爐的使用條件。如果使用小顆粒的燃料時，則各層及全層的高度可能減低，而氯化率提高。

煤氣發生爐的數量及尺寸的確定

燃料的消耗量可由下面公式求得

$$G_T = \frac{Q \cdot 100}{\eta_{np} Q_H^P},$$

式中 G_T ——燃料消耗量(公斤/小時); Q ——用戶的熱量消耗(仟卡/小時); η_{np} ——用戶的熱量利用係數，佔加入煤氣發生爐中燃料的百分比(%); Q_H^P ——燃料的低熱值(仟卡/公斤)。

煤氣發生爐的數量可按下面公式求得

$$z = \frac{G_T}{qF} + n,$$

式中 z ——煤氣發生爐的數量; q ——氯化率(公斤/公尺²·小時); F ——煤氣發生爐的截面面積(公尺²); n ——備用煤氣發生爐的數量(約 7 個以下 1 個備用, 15 個以下 2 個備用, 25 個以下 3 個備用)。

最普遍的最大爐膛截面面積尺寸: 固定爐篦的長方形磚砌煤氣發生爐是 2.5×3 公尺; 固定爐篦的圓形煤氣發生爐的直徑是 2.6 公尺(一般的是 1.2; 1.6; 2; 2.2 公尺); 帶有機械除灰設備的圓形煤氣發生爐的直徑是 3.6 公尺(一般的是 1.0; 1.6; 2; 2.2; 2.6; 3 公尺)。

煤氣發生爐的高度決定於爐篦以上所需燃料層的最大高度(H_M) (表 5) 及佈置煤氣排出口的需要。灰及熔渣層的高度是爐篦以上 200 公厘，氯化層的高度是 500~600 公厘。儲料層的高度——乾燥及乾餾——則決定於燃料的性質。當用劈柴燃料及大塊泥煤時則需要較高的高度。

煤氣發生爐的效率

煤氣的位(勢)熱與最初燃料的位(勢)熱之比值稱

煤氣中的溫度

$$H_2O = \frac{9 \left[H^m + \frac{1}{9} W^m + \frac{1}{9} W_n - 0.0898 (H_2^2 + 2CH_4^2 + H_2S^2 + 2C_2H_4^2) V_{c,z} - H_{c,n} \right]}{V_{c,z}} \text{ 公斤/公尺}^3,$$

或

$$H_2O = \frac{9 \left[H^m + \frac{1}{9} W^m + \frac{1}{9} W_n - 0.0898 (H_2^2 + 2CH_4^2 + H_2S^2 + 2C_2H_4^2) V_{c,z} - H'_{c,n} V_{c,z} \right]}{V_{c,z}} \text{ 公斤/公尺}^3,$$

為化學效率—— η_x 。在理想情況下，可以利用的全部熱量[位(勢)熱及加熱煤氣與焦油的熱量，在水套中生成蒸汽的熱量消耗]與燃料及送風中引入的熱量之比稱為熱效率—— η_m 。實際效率(η_{np})則指每一單獨情況時熱的利用效率。

如果 Q_H^P ——燃料的低熱值(仟卡/公斤); Q_H^2 ——發生爐煤氣的低熱值(仟卡/公尺³); V^2 ——每公斤燃料的煤氣產量(公尺³/公斤); Q_e ——加熱濕發生爐煤氣的熱量(仟卡/公尺³); $Q_{c,m}$ ——一公斤燃料中所生成的位能熱及加熱焦油的熱量(仟卡/公斤); Q_θ ——每公斤燃料所需送風的加熱熱量(仟卡/公斤); $C^m, H^m, O^m, N^m, S^m, A^m$ 及 W^m ——燃料中相當的元素、灰分及水分的含量(公斤/公斤); $CO_2^2, O_2^2, CO^2, CH_4^2, C_2H_4^2, H_2^2, H_2S^2$ 及 N_2^2 ——在一立方公尺乾煤中所含各種氣體的含量(公尺³); C_{cu} ——在爐爐中損失的碳素(公斤/公斤)燃料; $C_{c,m}$ ——在焦油物質中損失的碳素(公斤/公斤)燃料; C_n ——在灰塵中損失的碳素(公斤/公斤)燃料; $C'_{c,n}$ 及 C'_n ——在灰塵中損失的碳素(公斤/公尺³)乾煤氣; $H_{c,m}$ ——在焦油、灰塵及爐爐中的氫原素含量(公斤/公斤)燃料; $H'_{c,m}$ ——同上，乾煤氣中的氫原素含量(公斤/公尺³); $V_{c,z}, V_{\theta,z}$ ——每公斤燃料所產乾煤氣及濕煤氣的產量(公尺³/公斤); V_θ ——每公斤燃料初級空氣的消耗量(公尺³/公斤); W_n ——每公斤燃料的蒸汽消耗量(公斤/公斤); H_2O ——煤氣中水分的含量(公斤/公尺³); 則化學效率(%)是:

$$\eta_x = \frac{V_{c,z} Q_H^2}{Q_H^P} \cdot 100$$

及熱效率(不計算蒸汽)(%):

$$\eta_m = \frac{V_{c,z} (Q_H^2 + Q_e) + Q_{c,m}}{Q_H^P + Q_\theta} \cdot 100.$$

乾煤氣產量

$$V_{c,z} = \frac{C^m - (C_{cu} + C_{c,m} + C_n)}{0.536(CO_2^2 + CO^2 + CH_4^2 + 2C_2H_4^2)} \text{ 公尺}^3/\text{公斤},$$

或

$$V_{c,z} = \frac{C^m - C_{cu}}{0.536(CO_2^2 + CO^2 + CH_4^2 + 2C_2H_4^2) + C'_{c,n} + C'_n} \text{ 公尺}^3/\text{公斤}.$$