

煉油廠管式爐的 構造和工藝計算

蘇聯 斯·伏·阿傑利松著

燃料工業出版社

煉油廠管式爐的 構造和工藝計算

蘇聯 斯·伏·阿傑利松著

孫 巨譯

蘇工業學院圖書館
藏書章

燃料工業出版社

本書討論管式爐結構的圖樣和要素，工廠用管式爐的分類、管式爐的傳熱技術特點、輻射室和對流室中傳熱計算及其他計算的原理。最後還列有各種工藝用途不同的管式爐的計算例題，且指明計算的程序。

本書供設計人員和科學研究工作者、煉油廠工程技術人員及石油學院學生使用。

在本書翻譯過程中，北京石油學院機械系研究生時銘顯、潘秉智兩同志曾參與校閱並提過許多寶貴意見，譯者謹向他們致謝。

煉油廠管式爐的構造和工藝計算

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И КОНСТРУКТИВНОЕ
ОФОРМЛЕНИЕ НЕФТЕЗАВОДСКИХ ПЕЧЕЙ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1952年列寧格勒俄文第一版翻譯

蘇聯 С. В. АДЕЛЬСОН 著

孫 巨譯

燃料工業出版社出版 (北京府右街26號)
北京市書刊出版業營業許可證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：李英 校對：汪立群 王壽容

書號478 油 80

850 × 1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 8 $\frac{1}{2}$ 印張 * 221千字 * 定價(9)一元九角六分
一九五五年十月北京第一版第一次印刷(1—1,100冊)

原 序

最近二十年來，管式爐已經成爲石油煉製過程的全部高溫操作中所普遍應用的一種加熱設備了。因爲管式爐是一種主要的設備，所以它可以嚴重地限制某種操作的可能性，即使這種操作在其餘方面是都能保證它的順利進行的。在熱裂化操作中，管式爐也是主要的設備，它可以同時起着加熱器和反應器的作用。因此，針對某種操作來正確地確定管式爐的大小和構造，是極其重要的。

蘇聯的學者在工廠用管式爐的計算理論方面作了巨大的工作。其中首先應該提起的是 В. Е. 格羅姆-格爾齊馬依羅在他的著作「燃燒爐」中所總括的關於爐子中氣體流動的理論。鍋爐燃燒室的計算的經曲作品應屬 Л. К. 拉姆辛、В. Н. 梯莫菲耶夫、А. М. 古爾維奇和其他等人的。在管式爐的計算方面，С. Н. 奧布良德奇可夫、В. К. 阿美利克、Н. И. 別洛康的著作都是很有名的。關於反應-加熱用爐子的計算方面的著作則首數 Д. И. 奧羅契科。

蘇聯學者的著作，在理論上和在實用上都有着巨大的意義，這些著作的水平遠高於外國的學者在此領域內所達到的水平。

蘇聯的學者首先發明了從理論上來計算爐子設備中的傳熱問題的方法，毫無疑問，這種方法比之外國的學者所提出的各種經驗性的解決方法來，是一種最嚴格、最科學的。因此，Н. И. 別洛康所提出的、可以完全靠得住的計算管式爐輻射室的方法，值得予以特別的重視。

詳細分析各種因素對管式爐的傳熱和操作條件的影響，是可以獲得具有理論根據的解決管式爐構造問題的辦法的。

本書的目的在於將近年來所積累起來的資料加以綜合和批判，並在於論證選擇煉油廠管式爐的工藝計算和傳熱計算的方法。

目 錄

原 序

第一章 管式爐的主要式樣和分類	4
第 1 節 管式爐的式樣概述	4
第 2 節 煉油廠管式爐發展的基本趨向	15
第 3 節 管式爐的分類	22
第 4 節 各式爐子的比較	32
第二章 管式爐的結構零件	38
第 1 節 爐管	38
第 2 節 爐管的連接	39
第 3 節 爐體的配件	42
第 4 節 爐子的鋼架和磚牆	43
第 5 節 燃料燃燒的工具	46
第三章 煉油廠管式爐的傳熱技術特性	52
第 1 節 概述	52
第 2 節 加熱面的熱負荷強度和爐膛的熱負荷強度	54
第 3 節 工藝指標與傳熱指標的關係	55
第 4 節 輻射室中的局部熱負荷強度及其求定	62
第四章 輻射室的傳熱計算	70
第 1 節 輻射室內所發生的現象的特性	70
第 2 節 吸收介質的輻射	71
第 3 節 直接輻射係數計算方法的概述	74
第 4 節 吸收輻射熱的有效表面積的決定	98
第 5 節 最常用的各種直接輻射係數計算法的比較	101
第五章 對流室的計算	106
第 1 節 對流室中傳熱係數的決定	106
第 2 節 平均溫度差的決定	116
第 3 節 對流室尺寸的選定	120
第 4 節 輔助性的和附屬性的加熱面的計算	123

第 5 節 氣體的循環.....	127
第六章 輻射室構造型式的原理	131
第 1 節 代表構造特性的因數.....	131
第 2 節 輻射室尺寸的選定.....	142
第 3 節 輻射室壁敷管率的選定和輻射管的位置.....	144
第七章 管式爐的水力學計算	150
第 1 節 爐管內的壓力降計算.....	150
第 2 節 氣體的阻力和抽力.....	158
第八章 各種用途不同的管式爐的計算方法	164
第 1 節 加熱用爐子的設計計算方法.....	164
第 2 節 加熱用爐子的核算.....	179
第 3 節 加熱用爐子試驗所得數據的整理.....	180
第 4 節 加熱-反應用爐子的設計計算方法	182
第 5 節 加熱-反應用爐子的核算	189
第 6 節 加熱-反應用爐子試驗所得數據的整理	191
結 論.....	193
附錄 I. 管式爐的計算例題.....	195
附錄 II. Органерго 管式空氣預熱器的特性	238
附錄 III. 燃燒生成物的分子比熱.....	240
附錄 IV. 基本符號.....	240
譯名對照表	246
參考文獻	249

原 序

最近二十年來，管式爐已經成爲石油煉製過程的全部高溫操作中所普遍應用的一種加熱設備了。因爲管式爐是一種主要的設備，所以它可以嚴重地限制某種操作的可能性，即使這種操作在其餘方面是都能保證它的順利進行的。在熱裂化操作中，管式爐也是主要的設備，它可以同時起着加熱器和反應器的作用。因此，針對某種操作來正確地確定管式爐的大小和構造，是極其重要的。

蘇聯的學者在工廠用管式爐的計算理論方面作了巨大的工作。其中首先應該提起的是 B. E. 格羅姆-格爾齊馬依羅在他的著作「燃燒爐」中所總括的關於爐子中氣體流動的理論。鍋爐燃燒室的計算的經曲作品應屬 Л. К. 拉姆辛、B. H. 梯莫菲耶夫、A. M. 古爾維奇和其他等人的。在管式爐的計算方面，С. H. 奧布良德奇可夫、B. K. 阿美利克、H. И. 別洛康的著作都是很有名的。關於反應-加熱用爐子的計算方面的著作則首數 Д. И. 奧羅契科。

蘇聯學者的著作，在理論上和在實用上都有着巨大的意義，這些著作的水平遠高於外國的學者在此領域內所達到的水平。

蘇聯的學者首先發明了從理論上來計算爐子設備中的傳熱問題的方法，毫無疑問，這種方法比之外國的學者所提出的各種經驗性的解決方法來，是一種最嚴格、最科學的。因此，H. И. 別洛康所提出的、可以完全靠得住的計算管式爐輻射室的方法，值得予以特別的重視。

詳細分析各種因素對管式爐的傳熱和操作條件的影響，是可以獲得具有理論根據的解決管式爐構造問題的辦法的。

本書的目的在於將近年來所積累起來的資料加以綜合和批判，並在於論證選擇煉油廠管式爐的工藝計算和傳熱計算的方法。

目 錄

原 序

第一章 管式爐的主要式樣和分類	4
第 1 節 管式爐的式樣概述	4
第 2 節 煉油廠管式爐發展的基本趨向	15
第 3 節 管式爐的分類	22
第 4 節 各式爐子的比較	32
第二章 管式爐的結構零件	38
第 1 節 爐管	38
第 2 節 爐管的連接	39
第 3 節 爐體的配件	42
第 4 節 爐子的鋼架和磚牆	43
第 5 節 燃料燃燒的工具	46
第三章 煉油廠管式爐的傳熱技術特性	52
第 1 節 概述	52
第 2 節 加熱面的熱負荷強度和爐膛的熱負荷強度	54
第 3 節 工藝指標與傳熱指標的關係	55
第 4 節 輻射室中的局部熱負荷強度及其求定	62
第四章 輻射室的傳熱計算	70
第 1 節 輻射室內所發生的現象的特性	70
第 2 節 吸收介質的輻射	71
第 3 節 直接輻射係數計算方法的概述	74
第 4 節 吸收輻射熱的有效表面積的決定	98
第 5 節 最常用的各種直接輻射係數計算法的比較	101
第五章 對流室的計算	106
第 1 節 對流室中傳熱係數的決定	106
第 2 節 平均溫度差的決定	116
第 3 節 對流室尺寸的選定	120
第 4 節 輔助性的和附屬性的加熱面的計算	123

第 5 節 氣體的循環.....	127
第六章 輻射室構造型式的原理	131
第 1 節 代表構造特性的因數.....	131
第 2 節 輻射室尺寸的選定.....	142
第 3 節 輻射室壁敷管率的選定和輻射管的位置.....	144
第七章 管式爐的水力學計算	150
第 1 節 爐管內的壓力降計算.....	150
第 2 節 氣體的阻力和抽力.....	158
第八章 各種用途不同的管式爐的計算方法	164
第 1 節 加熱用爐子的設計計算方法.....	164
第 2 節 加熱用爐子的核算.....	179
第 3 節 加熱用爐子試驗所得數據的整理.....	180
第 4 節 加熱-反應用爐子的設計計算方法	182
第 5 節 加熱-反應用爐子的核算	189
第 6 節 加熱-反應用爐子試驗所得數據的整理	191
結 論.....	193
附錄 I. 管式爐的計算例題.....	195
附錄 II. Органерго 管式空氣預熱器的特性	238
附錄 III. 燃燒生成物的分子比熱.....	240
附錄 IV. 基本符號.....	240
譯名對照表	246
參考文獻	249

第一章 管式爐的主要式樣和分類

第 1 節 管式爐的式樣概述

在煉油工程上採用管式爐開始於 1910—1911 年間。大家都知道，在這以前，多年來一直是用蒸餾釜裝置來處理原油的。雖然初期的管式爐尚不完善，但與蒸餾釜相比，優點已是非常明顯的了，因而它很快地就代替了蒸餾釜裝置而開始被廣泛地採用於煉油工程中了。

初期的堆形管式爐(圖 1)是用彎管所連接成而直接放置在燃燒區域中的一羣管子。下部幾排管子的熱負荷強度可以達到 50 000—70 000 仟卡/平方公尺·小時，而上部幾排管子的熱負荷強度却在 800—1000 仟卡/平方公尺·小時以下。因此，雖然平均的加熱面熱負荷強度很低，但是下部幾排管子仍易損壞。同時，由於有氣囊生成，所以堆形管式爐中加熱面的利用效率也是很低的。爲了消滅這種現象，於是就裝設了火牆，但仍不能完全防止氣囊的生成。堆形管式爐還有別的缺點，會使油料在不嚴密的連接彎管處滲漏甚兇。

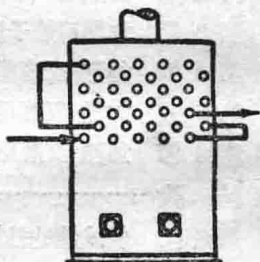


圖 1 堆形管式爐

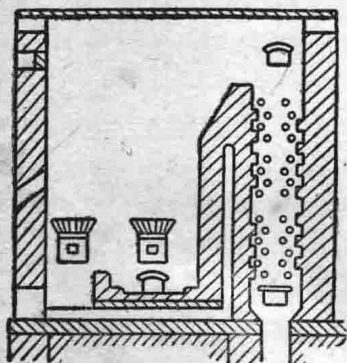


圖 2 對流式管式爐

堆形管式爐中爐管的破裂是由於有輻射作用而使熱負荷強度太高所致。由於這種原因，就建造了對流式爐子(圖 2)。在對流式爐子中，爲了使全部爐管不受火焰的直接輻射，於是用牆壁將爐管與燃燒室隔開。但即使在這樣的爐子中，當進入對流室的煙道氣溫度很高的

時候，也仍不免使上幾排爐管遭受破裂。如果用大量的過剩空氣來降低火牆頂部的煙道氣溫度，那麼爐子的熱效率就會同時降低並會促成爐管金屬表面的氧化。

這種爐子，雖然有着顯著的缺點，但比起堆形管式爐來說，已是完善的多了。在這種爐子中，起先是把連接彎管移設在對流室之外而後來又改用了迴彎頭，因而使爐子操作時更無發生火災的危險。

後來，為了降低火牆頂部的氣體溫度而開始採用了氣體的循環，就是將煙道中的一部分煙道氣送回燃燒室中。在過剩空氣較多且有煙道氣循環的爐子(圖3)中的循環係數達1.5—3.5。

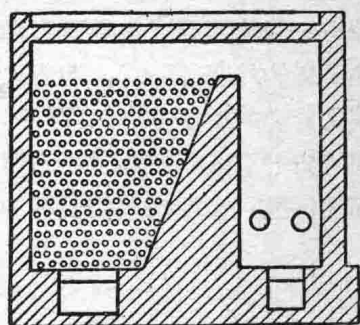


圖3 有煙道氣循環的對流式管式爐

降低火牆頂部的氣體溫度的另一個辦法是在燃燒室內裝輻射

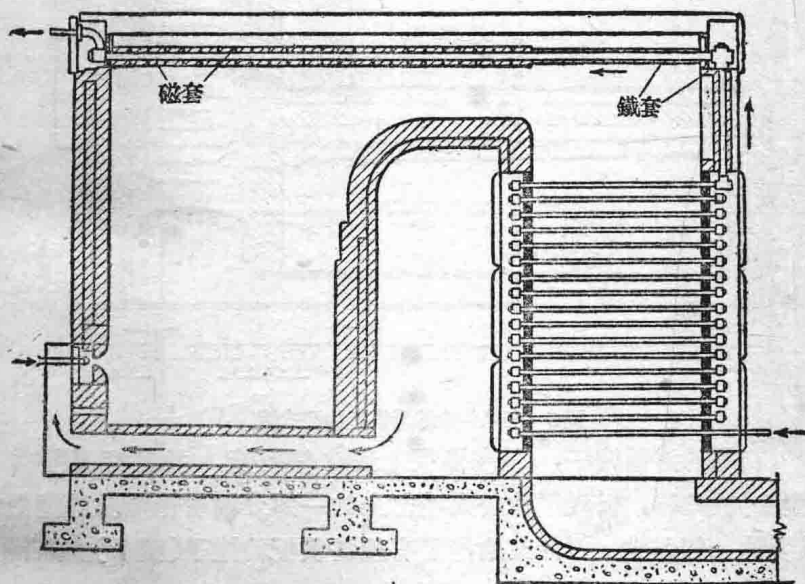


圖4 具有用陶質外套保護的單排頂輻射管的管式爐

管。後來這兩個辦法都得到了獨特的發展。現今，除了一般的輻射式管式爐以外，在某些特殊情況下也採用有煙道氣循環的對流式加熱爐。

在煉油工程中應用得最廣泛的是輻射式管式爐^①。這種加熱爐在初期，其輻射管的作用僅在於使煙道氣在進入爐子的主要部分——對流部分以前得到冷卻。輻射管外裝上各種不同的陶器的或金屬的外套(圖4)，防止火焰的直接作用；也常有將火焰圍在碳化矽磚的燃燒室內的(圖5)。但由於這些防護外套常出毛病，同時由於有某些在輻射管外面未加防護套的爐子操作的成功，因而使能進一步地採用裝設不加防護外套的輻射管的管式爐。

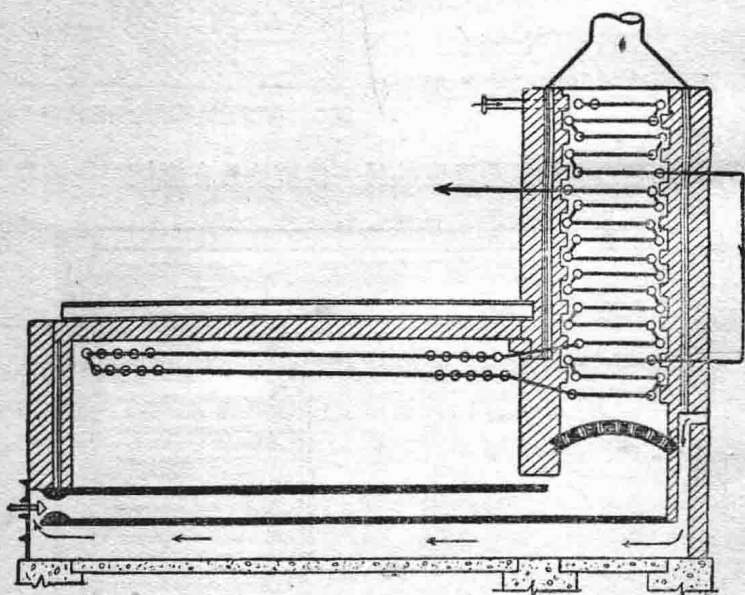


圖5 有碳化矽磚燃燒室的管式爐

初期的這種爐子，僅在頂板上裝設輻射管，並且都是雙排(圖6)。此時，發現了位於火牆之上的一部分輻射管是易於遭受破裂的一個弱點。因此又建造了有傾斜頂板的爐子(圖7)。傾斜

① 這裏的「輻射式管式爐」是和純粹的對流式管式爐相對而言。

頂板的作用是使輻射管外圍生成氣囊。同時也開始採用輻射管與火牆相平行放置的爐子(圖 8)。

以後就趨向於採用輻射表面較大的爐子了。圖 9 為有頂輻射

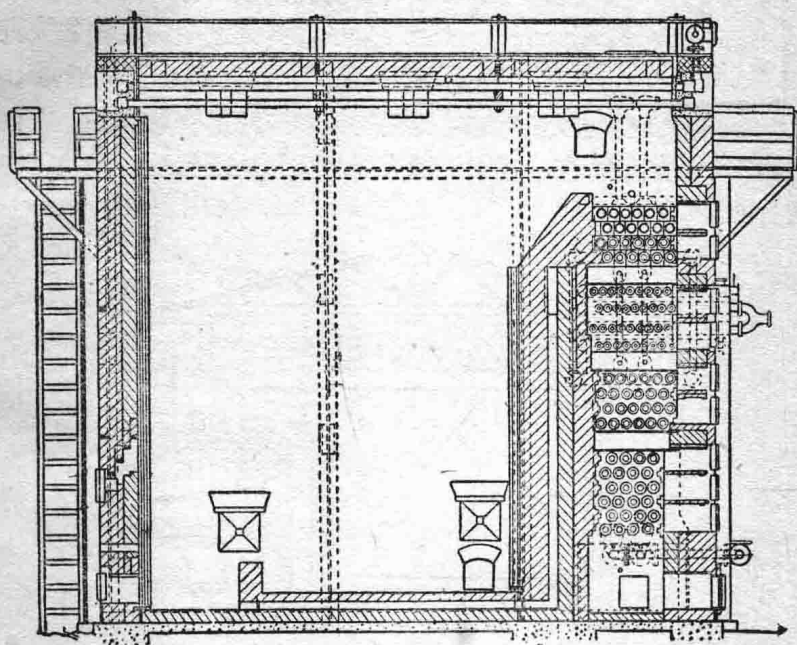


圖 6 有雙排頂輻射管的管式爐

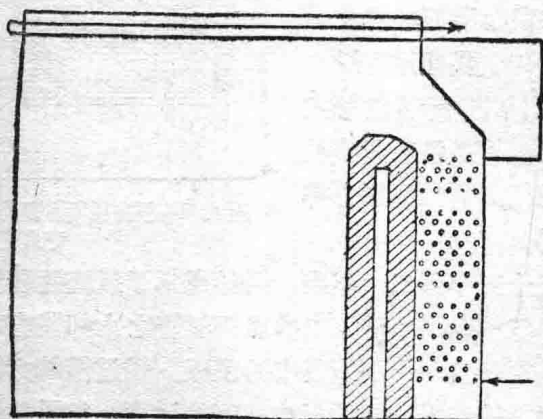
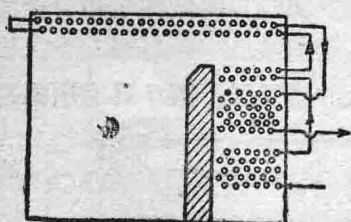


圖 7 有傾斜頂板的管式爐



管和側輻射管的裂化爐，它的反應段中的爐管是放在對流室內的。圖10為有雙排頂輻射管和雙排側輻射管的爐子，對流室中的氣體是按直線流動的。圖11為有頂輻射管、側輻射管和底輻射管的爐子。在這種爐子中，燃燒是在一種對燃燒有催化作用的碳化矽磚燃燒室中進行的。

圖8 輻射管與大牆平行裝設的爐子

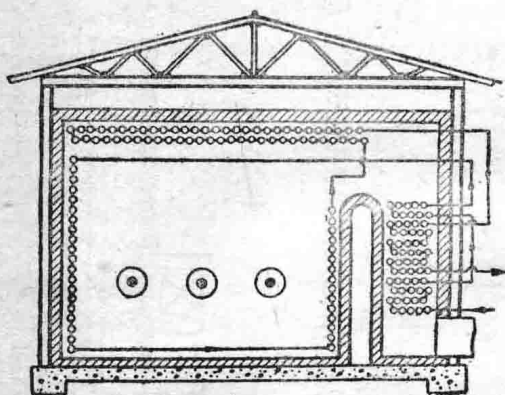


圖9 輻射加熱面擴大的管式爐

輻射室壁敷管率的增高，急需要求每段加熱面的熱負荷強度趨於均勻。根據這一點，於是又造出了圓筒形的管式爐，其中的爐管是沿着與噴油嘴的軸心線相對稱的圓周上排列的(圖12)。

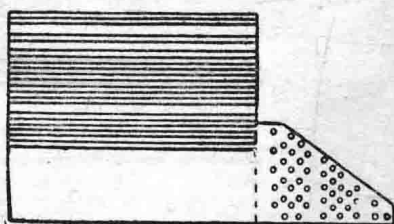


圖10 有雙排頂輻射管及側輻射管的管式爐

在最近十五年到二十年來，開始應用了氣流通過輻射管的爐子(圖13)。這種爐子中的第二排頂輻射管之上都裝有不與管子完全密接的、用輕質耐火磚所製成的頂板。用這樣的方法來保證煙道氣在沖過爐管表面的時候得到很高的速度，結果就增加了對流作用的傳熱而總起來說就增高了上排輻射管的熱負荷強度而使上

排和下排輻射管的熱負荷趨於均勻。

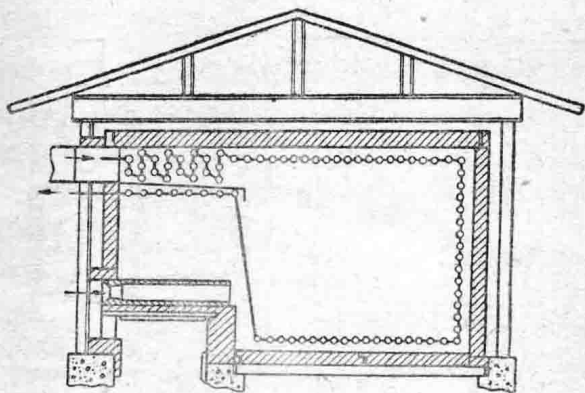


圖 11 有頂輻射管及底輻射管的管式爐

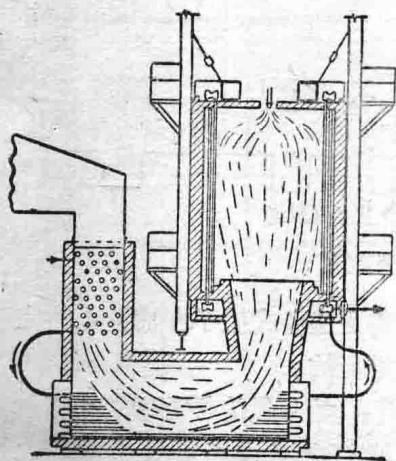


圖 12 圓筒形管式爐

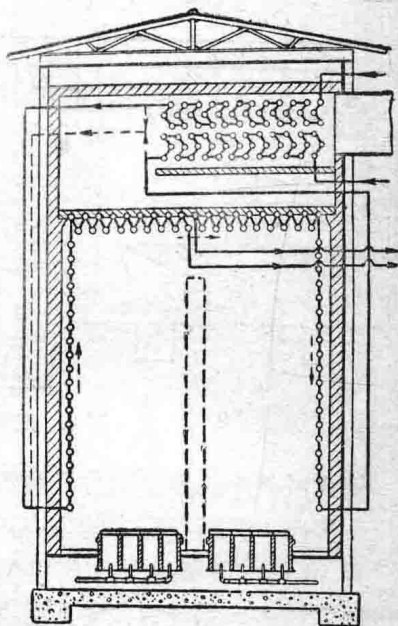


圖 13 氣流通過輻射管的管式爐

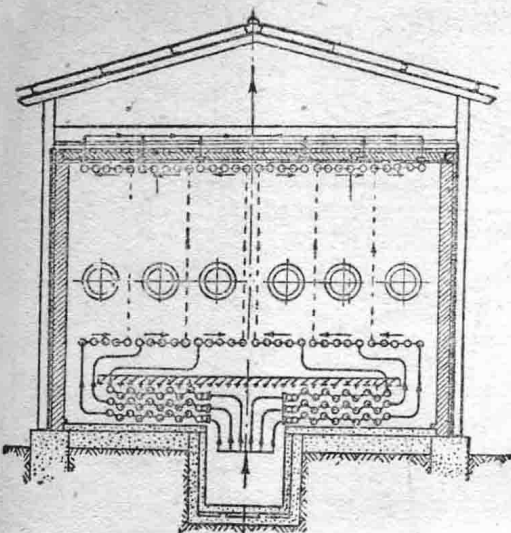


圖 14 雙室管式爐

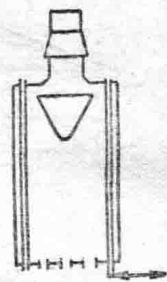


圖 16 具有能起
輻射作用的爐子

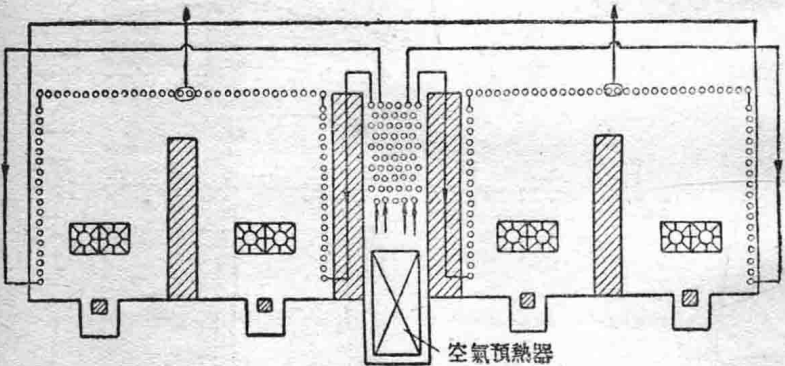


圖 15 四室裂化爐

管式爐後來的發展也就是按照着上述各式爐子在構造上的完整化和發明一些新型爐子的方向而進行的。

圖 14 為有頂輻射管和底輻射管，並且氣流是通過了底輻射管的雙室爐子。對流室或者是裝在爐底之下或者是裝在爐頂之上。圖 15 是氣流通過了頂輻射管的裂化用的四室爐子。

圓筒形爐子的建立是一個極大的進步。如今，在這種爐子中

(圖12)已經將噴油嘴移到從上向下的位置，並同時大大地縮減了對流室的尺寸。

應當指明，在圓筒形爐子中的熱負荷強度，僅在半徑的方向上是散佈均勻的而沿爐高來看則沿氣流的進程而減少。在這種爐子後期的式樣中，爲了使沿爐高方向的熱負荷強度變得均勻，所

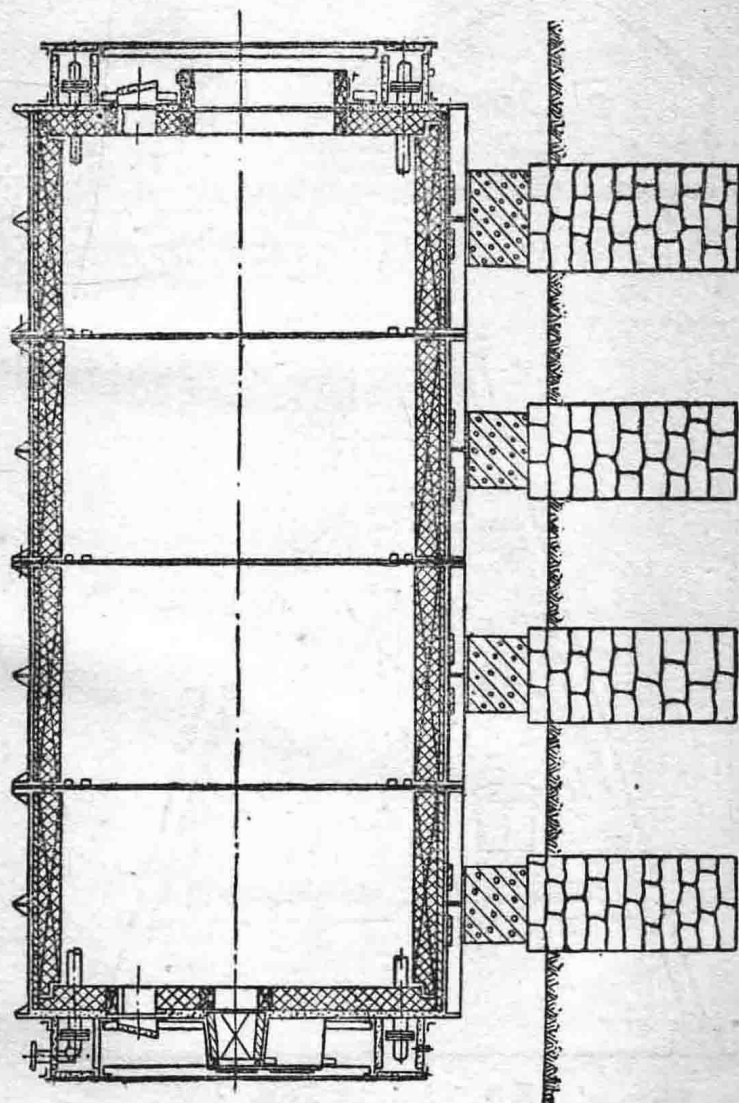


圖 17 臥式圓筒形的爐子