

耐火材料干燥

下 册

A. A. 舒米林 著

薛 啓 文 译

冶金工业出版社

耐 火 材 料 乾 燥

(下 册)

A. A. 舒 米 林 著

薛 啓 文 譯

陳 正 師 校
紀 延 齡

冶 金 工 業 出 版 社

本書根據蘇聯冶金出版社1952年出版的A.A.舒米林所著“耐火材料乾燥”譯出。原書在1956年經作者修訂和補充。

本書中譯本分上下兩冊出版。上冊闡述的是乾燥的理化特點，研究乾燥制度的方法等。下冊包括原書的第十七章至第廿八章，敘述了耐火材料工業所應用的各類型乾燥設備的構造和這些設備的技術評定；對耐火材料工業所應用的乾燥設備、熱源及燃料進行了計算；補充了乾燥理論，半乾壓製標準粘土磚的現代乾燥制度，砂磚、鎂磚的快速乾燥制度；此外還扼要地介紹了耐火材料乾燥技術的發展前途。

本書供耐火材料工業的工程技術人員應用。書中實際部分供從事耐火材料乾燥工作的工長應用。

А. А. Шумилин

СУШКА ОГНЕУПОРОВ

Металлургиздат (Москва—1952)

耐火材料乾燥 (下冊)

薛啓文 譯

編輯：徐忠本 設計：魯芝芳、趙香荅 責任校對：趙崑方

1958年8月第一版

1958年8月北京第一次印刷 3,000冊

850×1168·1/32·87,500字·印張6 $\frac{24}{32}$ ·插頁2·定價(10) 1.20元

旅大日報印刷廠印

新華書店發行

書號 0837

冶金工業出版社出版 (地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

下 冊 目 錄

第十七章 乾燥器的構造	1
1. 隧道乾燥器	1
2. 單效飽和的室式乾燥器	9
3. 噴射式室式乾燥器	9
4. 乾燥炕	11
5. 製品在乾燥架上乾燥	11
6. 異形磚的接觸電乾燥	13
7. 乾燥粘土的乾燥器	13
第十八章 乾燥器的裝備及零件	16
1. 小車	16
2. 乾燥板	19
3. 門	23
4. 轉動閥及閘閥	23
5. 供使用棚架車及審車的乾燥器所用的推車機	26
6. 通風機	29
7. 旋風除塵器	39
第十九章 乾燥器的熱源	41
1. 選擇乾燥耐火材料用的熱源的基本原則	41
2. 各種載熱體的技術經濟特徵	42
3. 燃燒室的構造	43
4. 空氣加熱器	49
5. 乾燥器的其他熱源	56
第二十章 乾燥器操作的檢查及自動化	60
1. 乾燥器操作檢查的分類	60
2. 乾燥器操作檢查的基本特徵	60
3. 指示檢查測定儀表	64
4. 乾燥器操作的自動化	82
第二十一章 隧道乾燥器操作的研究與調整	87
1. 研究的任務及計劃	87

2. 乾燥器操作的研究	90
3. 乾燥前後製品的水分	99
4. 乾燥器操作制度的調整	102
第二十二章 燃燒室及加熱器的計算	104
1. 燃燒計算	104
2. 利用曲綫圖計算氣體燃料燃燒過程的例子	105
3. 固體燃料燃燒室的計算例子	113
4. 發生爐煤氣燃燒室的計算例子	114
5. 加熱器的計算例子	114
第二十三章 乾燥設備的計算	119
1. 總說	119
2. 乾燥粘土的乾燥筒的計算	119
3. 乾燥可塑成型粘土製品的乾燥器的計算	122
4. 加熱器的選擇	124
5. 製品在車上的放置	124
6. 原始計算資料	126
7. 製品的乾燥制度	126
8. 隧道數量的確定	127
9. 熱工計算	127
10. 乾燥器的分組	133
11. 系統阻力的計算	135
12. 通風機及電動機的選擇	138
第二十四章 乾燥理論	140
1. 乾燥各種耐火材料時所發生的過程的物理概念	140
2. 相似論及其在研究各種物理過程時的作用	142
3. 相似論及潮濕材料中水的蒸發過程的研究	143
4. 第一乾燥階段的濕傳導微分方程式的推導	145
5. 恒速乾燥階段的濕傳導微分方程式的解	147
6. 劇烈階段的濕傳導微分方程式的解(根據A.B.雷科夫).....	154
第二十五章 半乾壓製標準粘土磚的近代乾燥制度及定額	164
第二十六章 砂磚的快速乾燥制度	171
第二十七章 鎂磚的快速乾燥制度	177
第二十八章 耐火材料乾燥事業的發展前途	185
附 錄	187
主要參考文獻	212

第十七章 乾燥器的構造

爲乾燥製品（粘土磚、矽磚、鎂質耐火材料），利用隧道乾燥器、室式乾燥器及乾燥炕。此外，手工成型及重異型磚的乾燥在室內及窖頂上進行。

在所有的耐火材料工業工廠中，耐火材料研究院設計的乾燥器獲得了廣泛的應用。近代的機械化隧道乾燥器常常用來乾燥各種類型的耐火材料；近來這種乾燥器不僅用來乾燥標準磚，同時也用來乾燥各種異形磚。今敘述各種類型及構造的乾燥器及其技術評價。

1 隧道乾燥器

隧道乾燥設備由若干個隧道（10—30）組成一體。

圖 121 表示耐火材料研究院設計的隧道乾燥器組（30 個隧

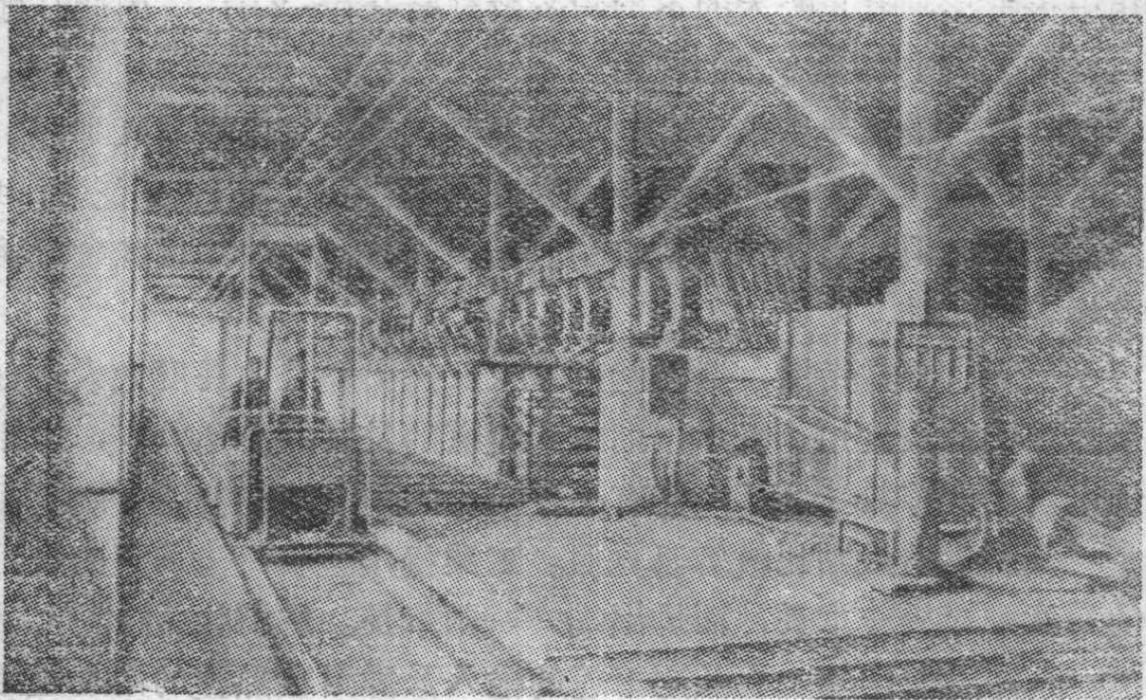


圖 121 隧道乾燥器出車端的全景

道)出車端的全景。整個隧道組有一個輸入和排出載熱體的總分配煙道。用鼓風機將載熱體送入煙道中;用抽風機抽出載熱體。

乾燥器組有成組或單獨的電動推車機或移動式推車機。

隧道乾燥器用來乾燥可塑壓制及半乾壓制的粘土磚(標準磚及異形磚)、矽磚、鎂磚鉻鎂磚,以及乾燥料球。

乾燥製品用的隧道乾燥器

乾燥製品用的隧道乾燥器是具有下部分配輸入道及下部分配排出道的廊道。

圖 122 為耐火材料研究院設計的由24個隧道組成的標準隧道乾燥器。

隧道的尺寸為:長24~36公尺;寬 940~950 公厘;軌頭面到乾燥器頂的高度為1650公厘。

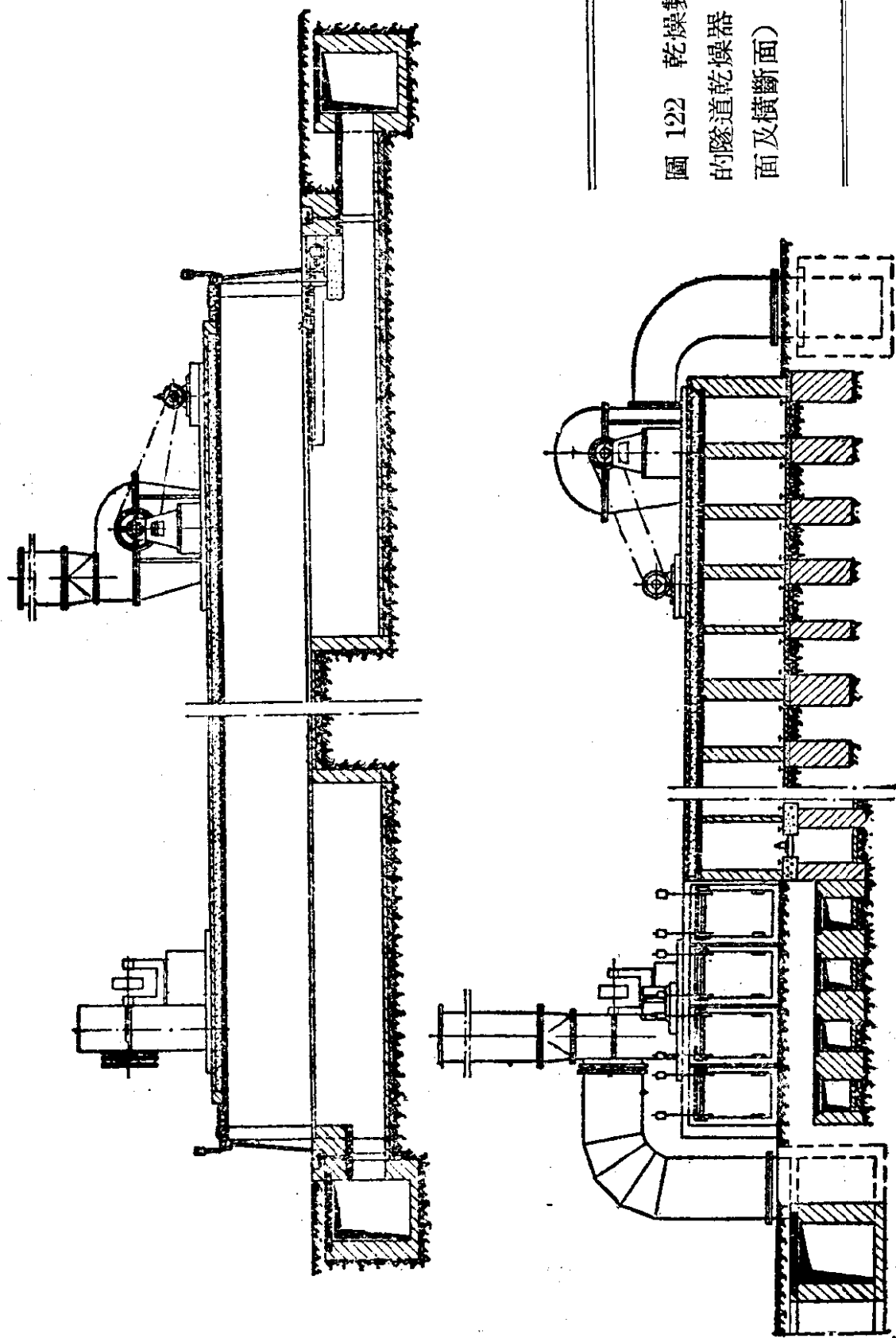
乾燥器一般按逆流制度及載熱體一次利用條件下工作,載熱體輸入端在正壓下工作,而排出端在負壓下工作。

這種乾燥器的構造異常簡單,乾燥器容易調整和控制,在操作中很可靠,有比較大的不均勻系數 ($k=1.5\sim 2.0$),因此在耐火材料工業中得到廣泛的應用。

隧道一般都建造成單軌的。乾燥器用熱空氣或煙道氣加熱。耐火材料研究院設計的隧道乾燥器可以推荐在工業上廣泛的利用。但是必須指出某些構造上的缺點,消除這些缺點後就會改善乾燥器的工作。

第一、應當指出,載熱體的輸入及排出煙道的長度太大。如果隧道的總長度用 L 表示,則輸入煙道的長度等於 $0.25L$, 排出煙道的長度等於 $0.25L$, 僅有全長一半的隧道的整個斷面接觸氣體。這個構造缺點比較容易克服。工業操作證明,輸入端的煙道的長度應等於一車長,而排出端——兩車長。為消除所指的缺點,在距隧道兩端一車及兩車遠的輸入及排出載熱體的兩端煙道中砌牆。在這種情況下乾燥器全斷面工作的部分顯著增加,乾燥

圖 122 乾燥製品用
的隧道乾燥器（縱斷
面及橫斷面）



器的工作大大改善。工廠的實際經驗證實，這個措施是適當的。

第二、所有的隧道乾燥器，無論它利用何種載熱體加熱，都設有鼓風機及抽風機；送入載熱體的一端在正壓工作，而排出載熱體的一端在負壓下工作。這也是乾燥器的操作缺點，應當消除。

使供給熱空氣的隧道完全在正壓下工作，即僅設鼓風機，是必要的。在這種情況下，用轉動閘閥調節乾燥制度是有效的，乾燥制度容易調節，乾燥器的工作很經濟。

用煙道氣加熱的隧道，應當完全在負壓下工作，因為只有在這種情況下操作人員才可能有正常的衛生條件。在這種情況下必須取下鼓風機，雖然從乾燥過程觀點來看在負壓下的工作比在正壓時壞。

耐火材料研究院設計的隧道乾燥器不適用於乾燥帶孔的製品，如果這些製品立放的話。因此，為這些製品需要另外構造的乾燥器。

最後，還應當指出在某些工廠遇到的一個缺點。輸入及排出載熱體的全部煙道都在地下，而且某些工廠的煙道積存地下水。載熱體通過煙道中地下水的上面後增濕，其溫度降低。結果乾燥器的操作急劇變壞，有時簡直不能工作。如果裝置地上氣體管道以代替地下煙道，這個缺點也容易消除。

圖 123 為載熱體上下循環流動（阿爾捷姆金〔Артемкин〕構造）隧道乾燥器。這種乾燥器特出的特點是載熱體在垂直方向（上下）循環流動，為此，在車與車之間煙道及乾燥器頂的構造上裝置特殊的擋板。

這種構造乾燥器的優點有以下幾點：這種乾燥器適用於乾燥任何形狀的製品，特別是適用於乾燥帶孔的製品；這種乾燥器的乾燥不均勻性比空氣水平流動的乾燥器小，實際上幾乎等於 1。因此，阿爾捷姆金構造的乾燥器適用於乾燥任何製品，首先是乾燥帶孔的製品。

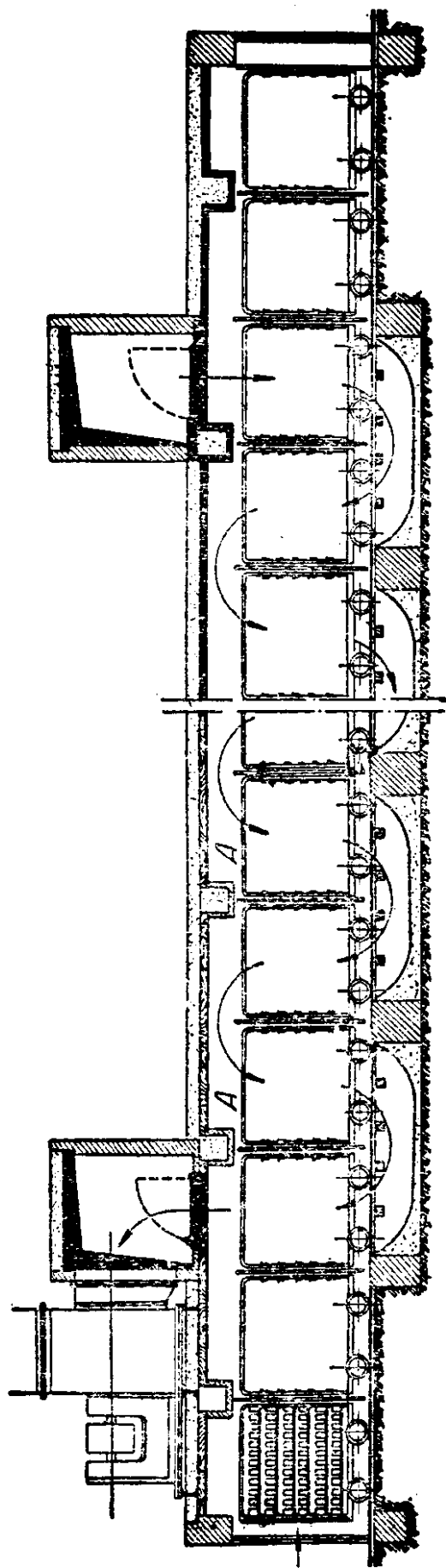


圖 123 阿爾捷姆金式隧道乾燥器

阿爾捷姆金乾燥器的構造缺點在於乾燥器輸入端兩車及排出端兩車內的製品處於載熱體作用範圍之外。如果說這一點在乾燥器出車端沒有太大的意義的話（雖然必須指出此時載熱體的輸入煙道閘板的操縱很不方便），則入車端停放在載熱體作用範圍外的車，其上的製品未變乾，但被加熱，常常引起水的凝結而造成廢品。此外，在這種情況下隧道的工作長度減少四個車。將氣體的輸入道及排出道設在兩邊車的上方即可消除此缺點。

在耐火材料工業中，並不應用阿爾捷姆金式隧道乾燥器，而且在建築磚工業中也不用它。

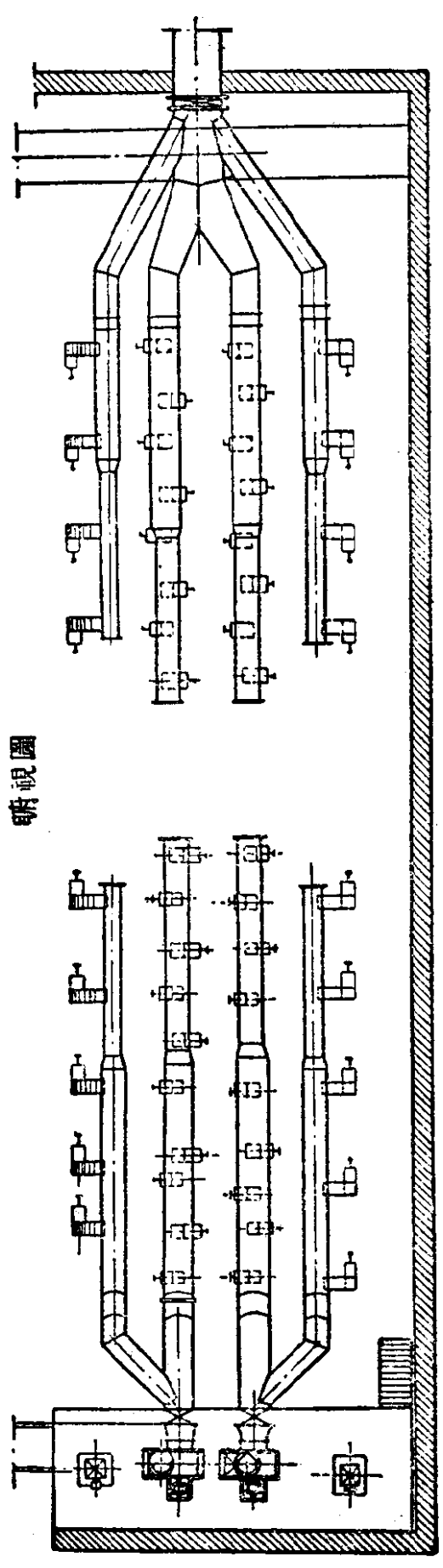
應當指出，在耐火材料工業中應用雙軌，三軌及四軌乾燥器是不正確的，因為當在一條軌綫上送車時就破壞了所有隧道——幾條軌綫——的工作制度。多軌綫的隧道必須經常送車，因而乾燥制度也常常破壞，所以多軌綫的隧道乾燥器幾乎不在正常的乾燥制度下工作。多軌綫的隧道應彼此分開，即建造單軌綫的隧道。在這種情況下乾燥器的工作將得到改善。

在耐火材料工業中還有隧道內部帶蒸汽管的隧道乾燥器。當然，這種乾燥器是不多的。

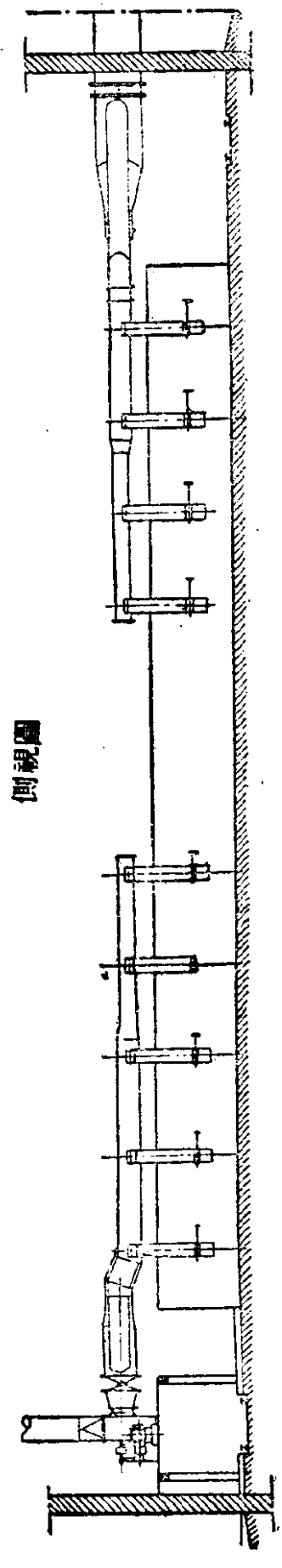
圖 124 為耐火材料研究院設計的在窯車上乾燥半乾壓制製品的隧道乾燥器。

應用窯車的乾燥器有很大的工業價值。在這種情況下，如果製品具有必需的強度，製品從壓磚機中取下後即可裝磚，裝着磚的窯車送入乾燥器，乾燥後不經過轉裝而直接送入隧道窯中。採用這種工作系統的窯及乾燥器時，生產過程的機械化水平可大大提高。但是這種系統目前還只適用於半乾壓制粘土磚，即壓制後具有必需的機械強度的製品。

圖 124 所示的乾燥器的缺點歸結如下。載熱體的輸入及排出系統不正確，因為輸入帶的末端與排出帶的前端之間的間隙太小；必須大大增加這個間隙。乾燥器中輸入及排出載熱體的部分根本沒有載熱體，因為載熱體的輸入及排出在距乾燥器的兩端相當遠處完成。這就是說，乾燥器的兩端實際上不工作。因此，載熱



俯視圖



側視圖

圖 124 耐火材料研究院設計的隧道乾燥器 (應用密車)

體的輸入及排出帶必須盡可能移向乾燥器的兩端。某些構造的乾燥器，一個隧道內鋪設雙綫車軌，惡化了乾燥器的工作條件。

乾燥粗坯的隧道乾燥器

供煨燒熟料用的粘土粗坯有時在耐火材料研究院設計的普通隧道乾燥器中乾燥。

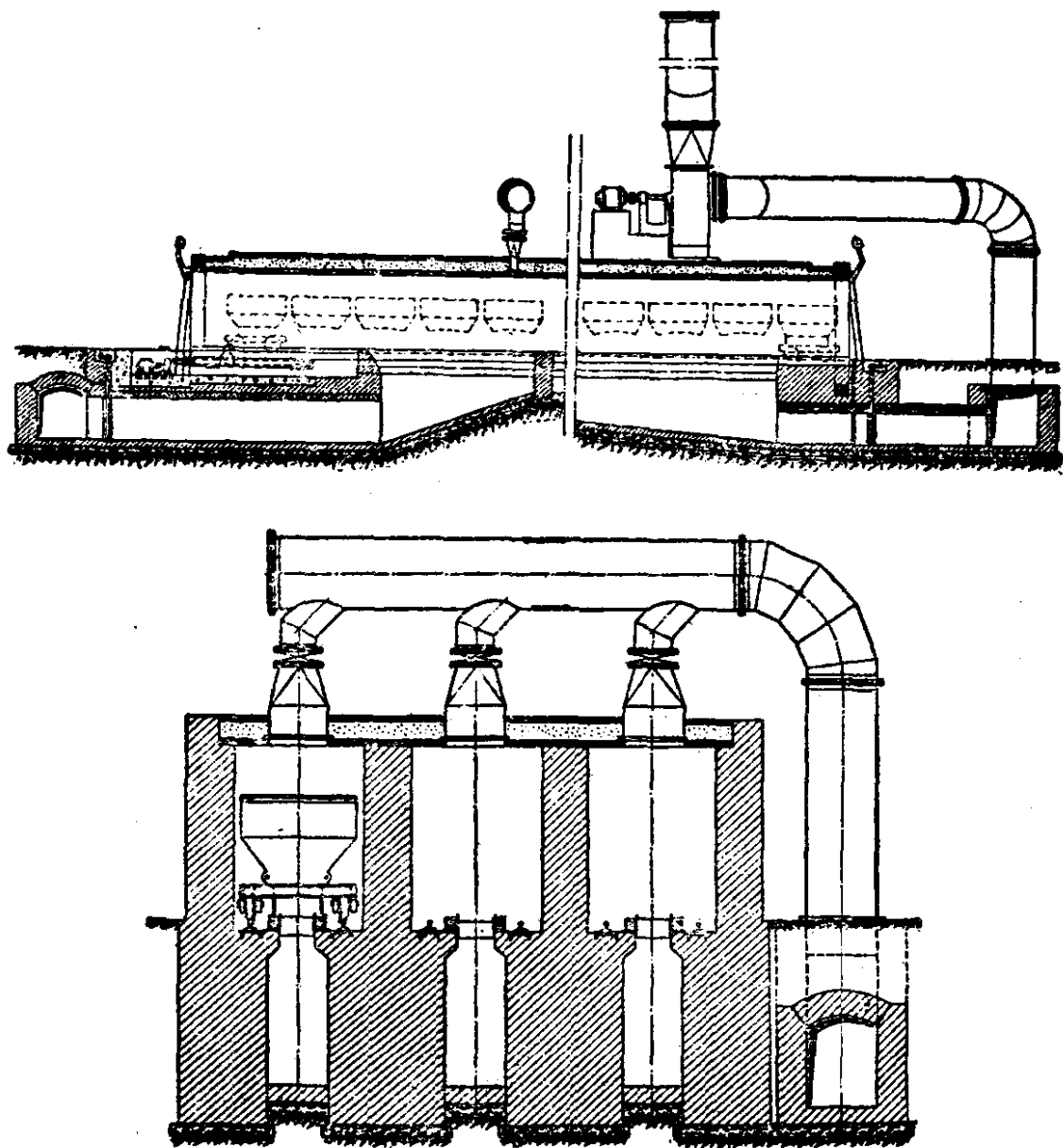


圖 125 粗坯用隧道乾燥器

耐火材料研究院設計了乾燥粗坯用的特殊隧道乾燥器（圖 125）。每組乾燥器由三個隧道組成，隧道內裝滿懸吊式翻斗車，

側面的車壁帶有孔。乾燥器設有砂封。氣體從乾燥器的下面送入並通過車中的粗坯，向下排入煙道中。此外，在乾燥器的上面設有輔助的氣體輸入管道。這種乾燥器的每個隧道，都設有懸吊式翻斗車的專用推車機。乾燥器應在正壓下工作。

2 單效飽和的室式乾燥器

在耐火材料工業中流行兩種型式的室式乾燥器——蒸汽室式乾燥器及耐火材料研究院設計的噴射式乾燥器。

圖 126 為蒸汽加熱的室式乾燥器的構造。這個乾燥器設有機械化裝磚機。

為使室式乾燥器的工作令人滿意，空氣的溫度及相對濕度在乾燥器的全長內必須保持一致並隨時調節。單效循環室式乾燥器的現有的構造不能滿足這個要求。

3 噴射式室式乾燥器

近年來，耐火材料研究院為乾燥異形磚設計了並在一個工廠建造了噴射式乾燥器（圖 127）。載熱體經過分佈在全室長度內的噴嘴以高速送入乾燥器中。這樣，由於載熱體在乾燥器的整個長度內均勻的輸入，乾燥制度的一致性就得到保證。對室式乾燥器而言，這是絕對正確的。

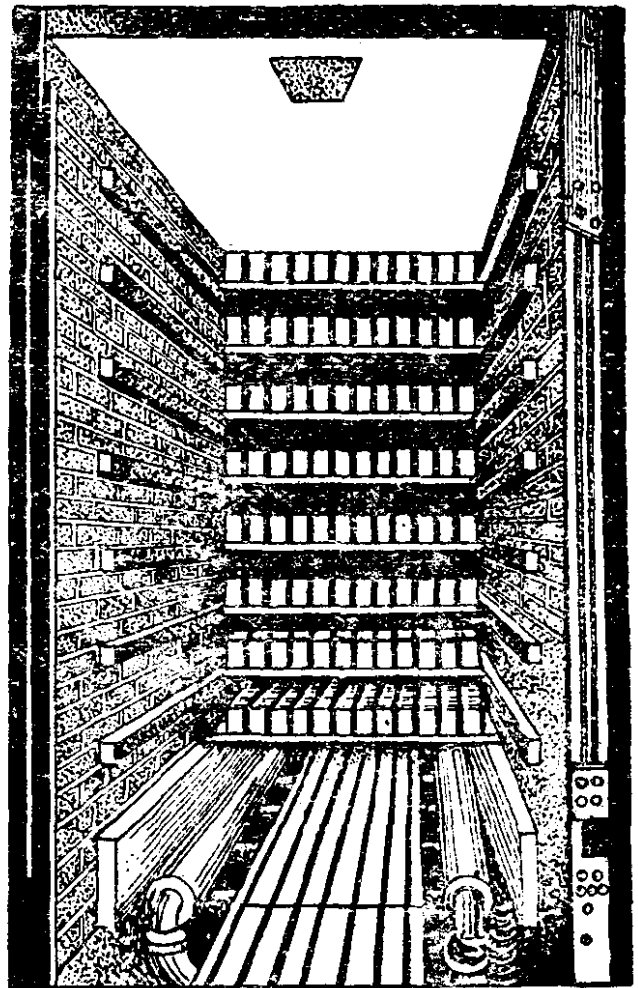


圖 126 蒸汽加熱的室式乾燥器

由於進入乾燥器的載熱體的速度相當大，用過的載熱體發生噴射。因此這種乾燥器可以稱作多效飽和的乾燥器。

空氣在乾燥器的整個長度內均勻地排出，在技術上也必須承認這是正確的。

乾燥器在正壓下工作，這是利用潔淨空氣的有利因素。但是這種乾燥器多半用煙道氣加熱；在這種情況下乾燥器在正壓下工作是不正確的技術決定。

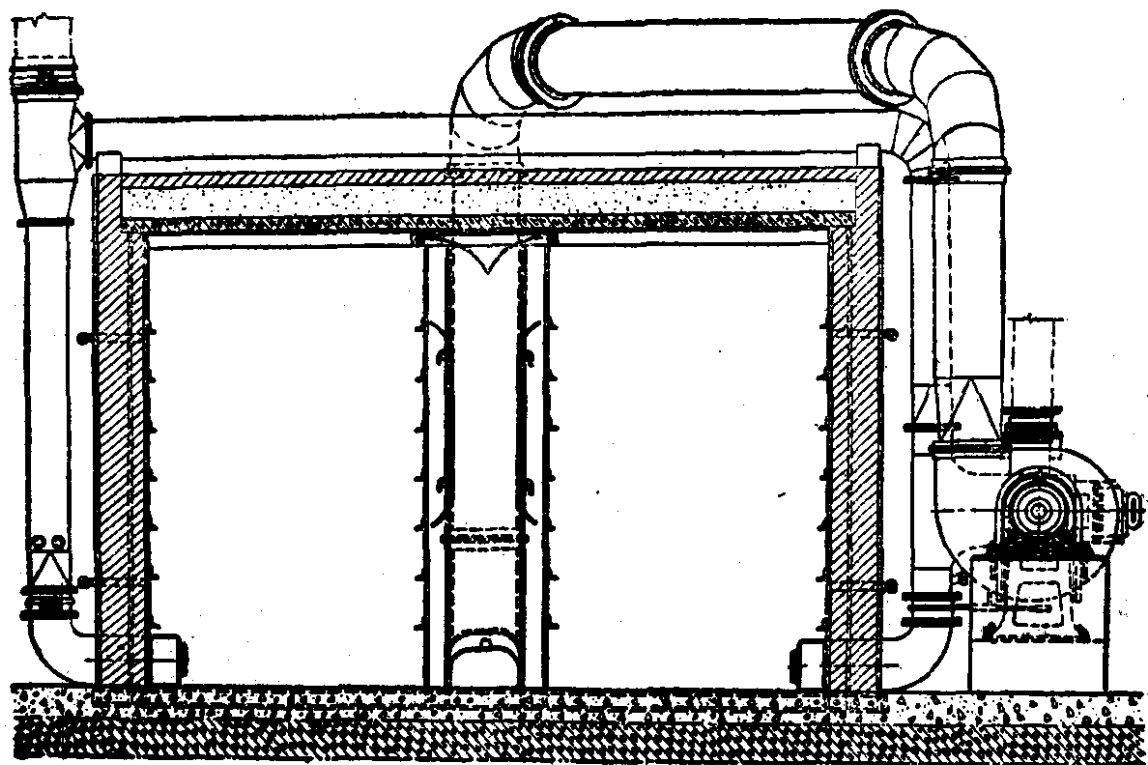


圖 127 耐火材料研究院的噴射式乾燥器

圖 128 為俄羅斯建築材料工業設計局的室式乾燥器的剖面圖。熱的載熱體經兩側的通道 A 及其上方的孔 B 進入工作室，上升到乾燥器，由乾燥器的中央下降經過孔 Γ 進入中間煙道 B，由此排向四周介質中。乾燥器採用機械化法裝磚。

應當指出，室式乾燥器需要從性質上（而不是從數量上）隨時變更乾燥制度，這幾乎是不能實現的；此外這種乾燥器要求有熟練的操作人員。室式乾燥器工作的自動化是異常複雜的事情，因為必須在每個乾燥室內裝置計劃程序調節器。

室式乾燥器工作的所有技術指標及技術經濟指標總是不如隧

道乾燥器的，所以室式乾燥器將逐漸被近代機械化的隧道乾燥器所代替。

4 乾燥炕

爲乾燥異形磚（而在某些陳舊的工廠中也爲了乾燥粘土）有時應用乾燥炕。

乾燥炕有陶瓷板及金屬板的底。底的下面分佈氣體煙道；氣體一般由專門燃燒室送入。煙道氣將乾燥炕的底加熱，製品在底上乾燥。根據同樣的原理製品也在窯的上面乾燥。應當指出，乾燥炕的工作制度是固定的，不能調節，技術經濟指標很低。乾燥炕是構造陳舊的乾燥器，沒有必要繼續存在，它將被其他型式較完善的乾燥器所代替。

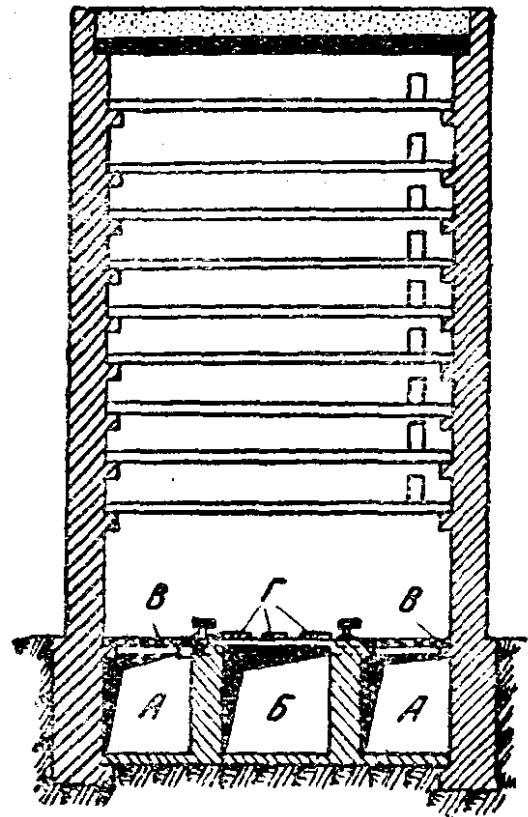


圖 128 俄羅斯建築材料工業設計局的室式乾燥器

製品在窯的上面乾燥與在乾燥炕上乾燥比較起來，前者有一定的優點，因爲當窯的工作制度變更時，窯的上面製品的乾燥制度也隨之改變。但這也是陳舊的不完善的製品乾燥法，也將被其他較完善的方法代替。

5 製品在乾燥架上乾燥

某些工廠，製品在架子上進行乾燥，架子一般放在房間地板上或窯上（圖 129）。架子由立柱及橫樑製成。在不同高度的橫樑上橫放放好製品的磚板。圖129a所示的乾燥架有某些缺點。

首先，這個乾燥器沒有翻磚、檢查磚及取出干磚以裝窯的空

閉通路。因而，這種乾燥架必須盡可能裝入同一種製品，使乾燥時間大致相同，但這違背了乾燥架的基本原則——乾燥各種形狀的異形制品。所以這種型式的乾燥架根本不適於操作，應改造成圖1296的型式。

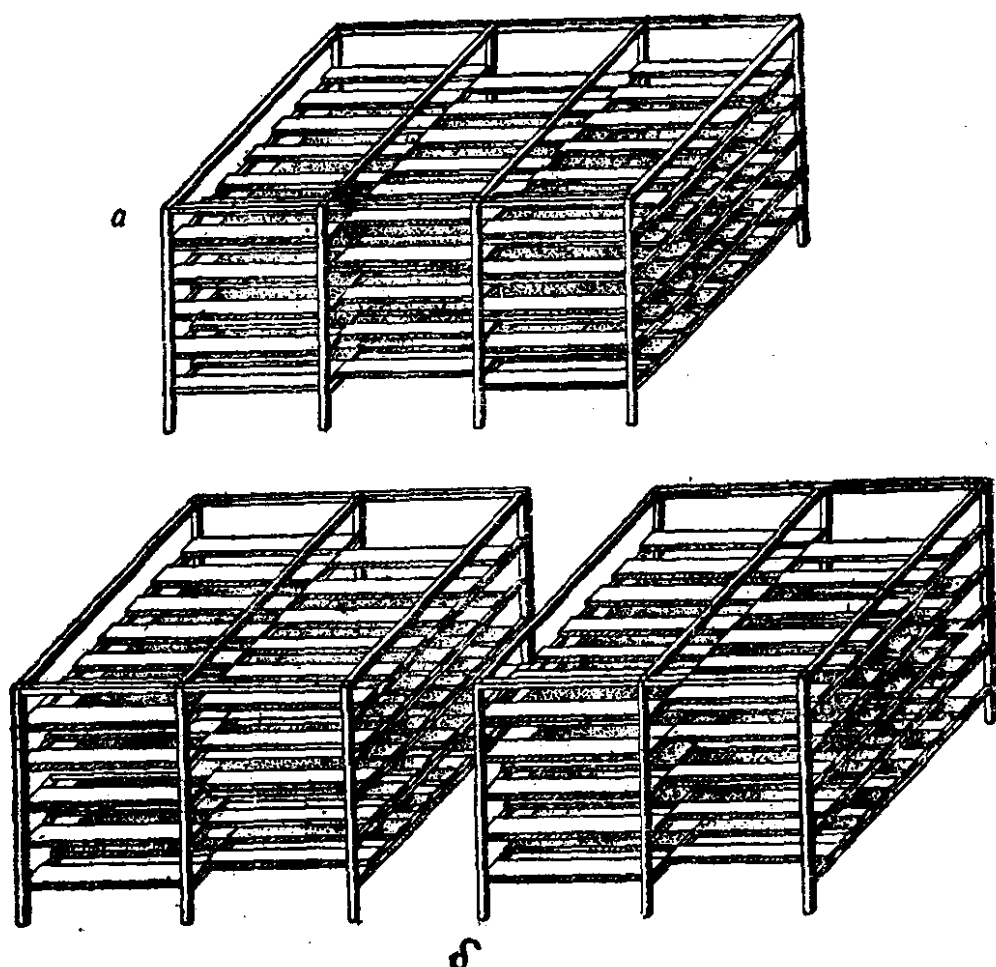


圖 129 乾燥架

圖1296所示的乾燥架中有通道；磚板的深度不大，操作工人的操作沒有困難。由於有通道，裝磚及卸磚的工作就可以機械化。下面的磚板上放入重異形磚，而上部則放入輕異形磚。在這種構造的乾燥架中可以檢查與翻轉製品；可以將乾燥充分的磚選裝入窖中。對裝入製品的分類沒有任何限制，為強化乾燥過程，最好在上面裝置空氣變向流動的螺旋槳式風扇。應當指出，製品在室內乾燥架上的乾燥是陳舊的乾燥法，必須用比較完善的異形磚的乾燥法來代替。