

現代工業通風中的幾個問題

鞍鋼黑色冶金設計公司翻譯科譯

重工業出版社

現代工業通風中的幾個問題

鞍鋼黑色冶金設計公司翻譯科譯

鞍鋼工程技術編委會編印

編者：利、勃、索克利斯卡亞工程師

簡 介

本報告闡述了工業通風中的幾個基本問題；主要提供了在冶金、化工和其他工業企業部門中，對於消除生產過程中所發生有害的餘熱、餘濕、灰塵及其他氣體的一些辦法。

在本報告中，同樣也研究了爲淨化室內、室外空氣的過濾器之現代化的構造。

本報告專供在採暖通風工程方面工作的廣大建築者們參考。

現代工業通風中的幾個問題

Некоторые вопросы современной
промышленной вентиляции

原 編 者

Центральный институт информации по
строительству государственного комитета
совета министров СССР по делам строительства

原 出 版 者

Государственное издательство
литературы по строительству и архитектуре
Москва-1952

譯者：鞍鋼黑色冶金設計公司翻譯科 校閱：顧 海 編校：蔣斐君

重工業出版社（北京西直門內三官廟 11 號）出版

鞍鋼工程技術編委會編印 新華書店總經售

25開本、共 20 面 定價 1,500元

印數—— 4000 冊 一九五四年五月底大人民日報印刷廠印

目 次

前言.....	2
序言.....	3
I. 消除餘熱、餘濕和高度強烈的輻射熱.....	5
II. 消除各種煙氣.....	11
III. 空氣除塵.....	14

前 言

爲了組織宣傳先進的建築技術，中央建築通訊學院，編製和出版了報告材料，供給報告者使用。

本報告預計需用1~1½小時，故材料敘述簡略，並盡可能採用通俗形式，因此報告範圍受到限制。

本報告的目的是向工人、工作隊長、工程技術人員介紹蘇聯在工業通風方面的成就。它闡述了現代工業通風中的幾個基本問題，主要包括冶金、化工和其他工業部門，關於消除生產過程中所發生的餘熱、餘濕、灰塵和其他氣體有害作用的一些辦法。在本報告中，同樣也研究了爲淨化通風用的（室內和室外的）空氣過濾器現代化的構造。

本報告是由衛生工程和熱力工程部一級科學工作者技術科學碩士斯·阿·奧塞波夫編製的。

中央建築通訊學院

序 言

從蘇維埃國家成立的第一天起，就關心着在生產企業各車間內如何保證操作人員的勞動健康和工作的安全條件。這表現在頒佈了安全勞動保護的一切法律文件，並撥給技術安全和工業衛生大量的措施款項，其中也包括了工業通風的設施。

早在一九一八年，人民委員會曾頒佈列寧所擬定『論勞動檢查制』的法令。一九一九年即制定了衛生檢查制。一九二〇年頒佈了『關於工業設備的裝置和保養的一般規程』，其中規定了在企業中關於裝置通風的一切措施，也就是在企業中健全勞動條件的一些辦法。

由於工業企業大工廠及企業具有最新設備的構築物很大，因此在工業通風方面就發生了新的問題。爲了使這些問題得到科學的解決，在蘇聯成立了勞動安全科學研究院。

一九二五年在莫斯科成立了世界上第一個從事於研究勞動安全問題的研究院（人民勞動委員會的、人民健康委員會的和國民經濟最高委員會的中央勞動安全研究院，現在稱做全蘇工會中央委員會的勞動安全科學研究院）。不久，同樣的研究院在列寧格勒、斯維爾特洛夫斯克、哈爾科夫、基輔、加桑、梯比里斯、依萬諾夫及其他蘇聯的城市都開始了工作。蘇聯衛生部和加盟共和國有許多研究組織都從事於研究工業通風的問題，其中有蘇聯醫學科學院的職業病和勞動衛生學院、莫斯科省衛生學院及其他部門。

政府撥發大量經費，解決工廠中的勞動安全，其中一部份用於設計和裝置通風系統，僅這些方面的需要，在戰後第一個斯大林五年計劃中曾撥款五十億盧布。

由於蘇聯從事設計和科學研究組織的人員創造性地努力，使在生產中健全勞動條件的事業取得了巨大的成就。

在製定工業通風的理論基礎和許多實際決議方面的優先權是屬於蘇聯專家的。

在生產中工業通風設備的裝置是爲了健全勞動條件，亦就是使工作地區造成室內氣候，保證正常和良好的工作條件。

隨着許多生產操作過程發生的灰塵、氣體、餘熱和餘濕，這一系列過程是和非常強烈的輻射熱有關係的。有了通風，就可以在廠房內造成換氣。用乾淨的空氣排除和代替被有害發生物所污染的空氣，這樣就保證了必要的衛生條件。

在本報告中僅闡述了蘇聯企業關於造成室內氣候重大問題的一部份，主要提供了有關消除高度強烈輻射熱的、有害氣體和灰塵的一些實際的決議。

I. 消除餘熱、餘濕和高度強烈的輻射熱

在有熱工車間的工業企業中，消除所發出的大量熱量和高度強烈的輻射熱之影響是需要經過長期調查和科學研究的。同時必須考慮到熱量對於人體機構在各種生理上的影響。特別是周圍環境的溫度很高時對於進行沉重體力勞動的工人們是非常有害的。有時由於溫度很高，同時也增高了相對濕度^{*1}，這就使消除熱量的工作更加複雜了，例如在煤礦中，在紡織企業的染房內以及其他地方，相對濕度達80%，有時還會更大。

空氣的相對濕度很高會妨碍在體力勞動時所發出汗液的蒸發，結果破壞了正常的熱交換，使人的感覺惡化，並呈現出顯著的疲倦。

根據長期深入關於熱量和濕度對人體機構在生理上影響的調查；和根據以理論為前提在實踐中的試驗，我們的蘇聯專家們完全解決了消除餘熱、餘濕和高度強烈的輻射熱所起有害作用的問題。消除餘熱、餘濕和輻射熱的強度增高要根據具體的生產條件用各種不同的方法進行。

被推廣的和最經濟的消除餘熱有害作用的方法之一就是有組織的自然換氣（自然通風）。自然換氣不需要機械動能，經過車間打開的門窗、氣窗和牆窗即可進行換氣。

消除廠房內餘熱並同時達到一定溫濕度條件的另一有效方法就是空氣調節。空氣調節不僅廣泛地採用於工業企業中，就是在公共的建築物中（戲院、電影院等等），以及在氣候很熱的南方，甚至於在住宅內都廣泛的採用。當有害的剩餘氣體或多或少的平均分佈在車間^{*2}內的時候，利用調節空氣和自然通風作為消除餘熱和餘濕的辦法是合理的。假如生產熱源（爐子、機組和其他）在車間內分佈得不平均時，利用總的換氣通風或總的空氣調節是不經濟的，而且也不會達到預期的效果。

在上述情況下，首先應該隔離熱源，以便將其輻射到工作地區的強度減弱到許可的限度。

*1 在普通條件下的正常溫度為 18—20°，而正常相對濕度為50%。

*2 例如在紡織企業的紡紗和織布車間內和印刷套色板車間內和其他。

實現上述方法就是把水幕和金屬鏈幕安置在爐口前面。爐子、機組和其他熱源散熱面的隔熱層同樣也屬於這類辦法。如用上述辦法不能滿足時，便要採用固定的或移動的吹風裝置（空氣淋浴），以供每個工人新鮮的或循環冷卻的空氣。

在冶金和機器製造工業中（煉鋼車間、軋鋼車間和鍛造車間），以及很多相類似的企業中，空氣淋浴得到了廣泛的應用。當消除被有害氣體所髒污的空氣時，例如在鑄鐵機的澆鑄平台上、過程複雜的化工廠內等，空氣淋浴都得到很好的效果。

空氣淋浴的用途是在一定範圍內（在工作地區）輸送氣流的方法，使氣候的條件能夠改變，也就是改變空氣的溫濕度，空氣的流動性（速度），以及蒸氣的、煤氣的和細微灰塵的濃度。

人身體的上部，也就是胸部、頭部、頸部，主要的是身體上那些經常在陽光照耀下的部份，首先應得到空氣淋浴的吹風。

在工作地區空氣淋浴氣流的寬度平均為 $1-1.2m$ ，其速度係根據工作的種類和輻射的強度而確定。當工作比較輕便和每分鐘的輻射強度不大於 $0.5cal/cm^2$ 時，該速度可以確定在 $2-3 m/sec$ 範圍以內。當工作很沉重和每分鐘的輻射強度不超過 $2cal/cm^2$ 時，在工作地區空氣的速度可增高到 $5-6 m/sec$ 。噴頭空氣的溫度確定在 $8-15^\circ$ 範圍以內。空氣噴頭的構造根據用途和工作條件的不同而有所區別。最簡單的固定式噴頭，是進氣管的垂直支管，帶有擴散器而裝置在工人頭部以上。（圖1a）

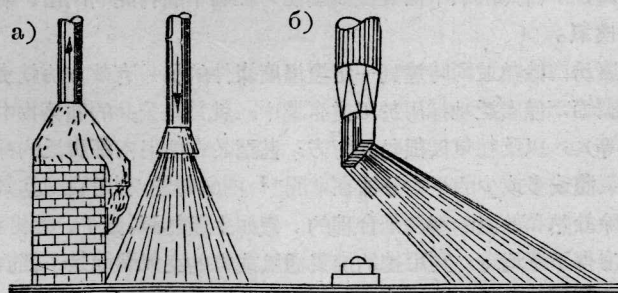


圖 1

在工作地點不變動時可安裝這種噴頭。但當工人完成了自己的工作必須轉移時（如在爐子或熱具旁邊的工作台上），噴頭氣流的方向應該是傾斜的（圖1b）或者是水平的。

爲了傾斜或水平吹風，在我們的企業中巴多林式結構帶轉動葉片的噴氣管得到了非常廣泛的應用（圖 2）。該噴氣管是矩形的空氣管，並具斜形排氣口，在口上裝有葉片，用短撐連接在橫條上（安裝在排氣口的），並固結在轉動的齒條上，橫條、齒條和轉動葉片是合一裝置，並且它們是這樣的連系着，就是當齒條轉動時所有的葉片按同一角度圍繞着短撐轉動。用這種裝置可以在相當大的範圍以內改變氣流的方向。如果噴氣管本身圍繞着豎軸同時轉動時，則空氣噴頭所供應的地區更要擴大。

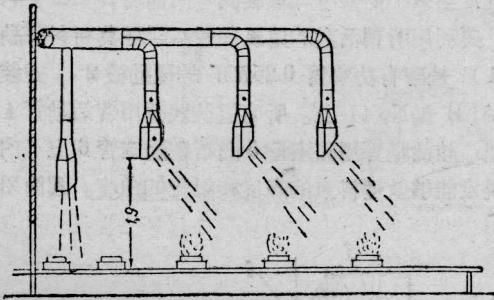


圖 2

在工廠的任何工段內如果幾個工人同時需要吹風，則安裝成組的噴氣管。

巴多林式結構的噴氣管利用空氣管網與中央進氣室相連，在中央進氣室中空氣受到適當的處理，並且利用室外的新鮮空氣或室內的空氣，或者是兩者的混合物。

在各種工作中得到廣泛

應用的莫斯科勞動安全研究所製造的噴頭結構，是處理空氣裝有空氣噴頭的移動裝置（圖 3）。這種結構是由以下各部份所組成：中壓的離心式通風機 1，運轉通風機的電動機 2，與電動機位於同一軸線之離心泵 3，水箱 4，吸水管 5，帶有蓮蓬式噴霧器 7 的排水管 6 配置在噴霧室 8 內。水從噴霧器（或蓮蓬頭）內噴出落到放在兩個網中間的磁環層 9 上。用通風機吸取室內空氣，排出後穿過磁環工作層，再經過過濾層 10，以及帶有轉動葉片 12 的排氣口 11 排入室內，從通風機到磁環工作層的氣流道上，安有導向葉片 13。通風機出口口安有閘板 15，並用防水布製的異徑連接管 14 與通風室連接。

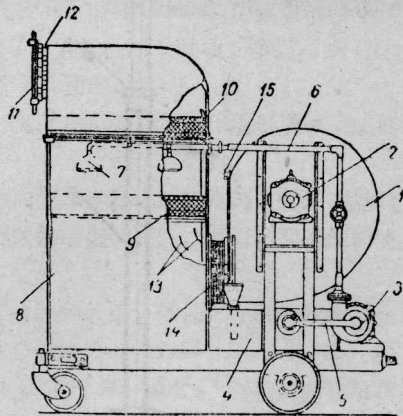


圖 3

排氣口之中心離地坪 1.7 m。

噴水的磁環底層使空氣和水的接觸面擴大，而其上部的過濾層則用來吸收空氣中的水分。

噴霧室內出來的水進入水箱內，並重新用來噴磁環和冷卻空氣。

整個機組安裝在小車上並可以往各處移動。

當工作層與過濾層裝滿磁環時，本裝置供給空氣每小時為 $4500 \sim 6500 m^3$ （如果裝滿帶有很大水壓阻力的材料，例如石礫，那末機組的生產率要降低到每小時為 $2500 \sim 3500 m^3$ ）。

如果空氣不需要處理，也就是空氣不需要冷卻或濕潤，而僅需要在廠子的任何限定的範圍內形成氣流時，要利用所謂活動的扇風裝置。同樣莫斯科勞動安全研究院所製定的結構（圖 4）是帶有功率為 $0.25 KW$ 的電動機 2，安裝在圓筒 3 內的軸流通風機 1（ЦАГИ 型 No.4）上。所有這些裝置用帶活動管 4（內徑為 2"）的支撐固結在一起，該活動管用固定栓 5 固結在固定管 6 上（內徑為 3"）。在扇風裝置結構中規定能够改變排氣的高度和氣流的角度。圓筒用

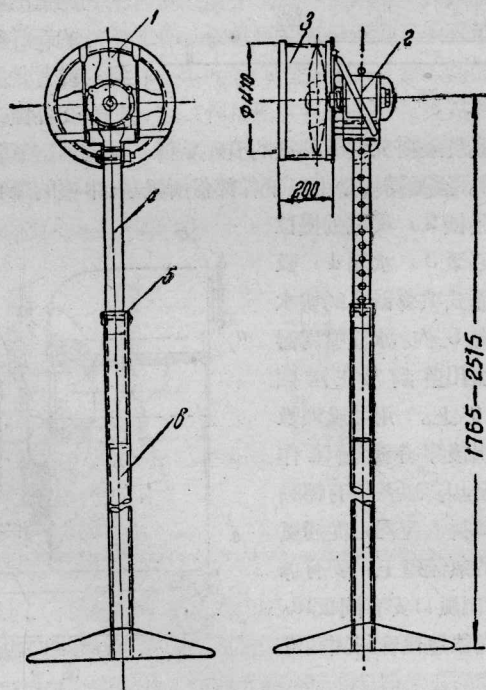


圖 4

以集中氣流，其長度大約等於其本身直徑的一半。

在修理供熱生產設備內部時所用的活動噴頭，其構造要輕便而簡單。在一九四九年製定與運用該裝置的發起人潑·潑·烏查斯特科和阿·勃·拉達都榮獲了斯大林獎金。通常在工業車間內（煉鋼車間及其他），必須在高達 100° 的溫度下進行修理蒸汽鍋爐燃燒室的內部。在這種情況下，必須有多次的和長時間用於休息的間斷時間，這樣就拖延了機組開工的期限，如採用上述烏查斯特和拉達所設計製造 *TT* 式的裝置，就可以改善勞動條件和縮短修理工作的期限。

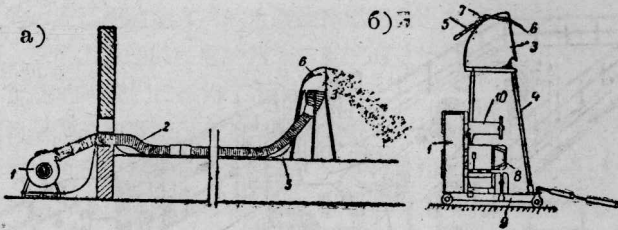


圖 5

圖5a表示在工作時裝置的總圖，而圖5b表示組合裝置。

如果在爐子和燃燒室內部的工作地點採取上述噴頭的結構時，就形成一個低溫地帶（用氣流通過噴水的方法形成的）。

該裝置的工作有以下幾方面。用離心通風機1抽來的空氣通過軟管2壓送到裝在三腳架4上的噴口3，水沿着橡皮管5（直徑10mm）引到噴散器6（帶有直徑0.6mm的孔）。管子帶有旋塞7，通風機用電動機8轉動，所有的設備都配置在小車9上。捲筒10是供纏管子5用的。

該裝置每小時供給 $3000m^3$ 的空氣，並且在距噴口3m以內形成一個速度為3—4 m/sec，寬約1m的氣流。

噴口要安裝成旋轉式的，以便氣流方向對準進行修理工作工人的頭和身體上部。工人位置變動時，氣流的方向也要隨着改變。此外，要用特別的設備使噴嘴可以位於不同的高度。

此裝置在操作過程的試驗中，得到了良好的效果。例如：在熱的狀態下修理煉鋼爐，當相對濕度為4.5—6.5%和每分鐘輻射熱為1.5—3.5 cal/cm²時，空氣的溫度達到71—90°，當噴頭工作時就降低到30—40°，而相對濕度增高到15—20%。這樣就可能進行從2—3到20—27分鐘繼續不斷的工作。

採用空氣噴頭不僅能改善衛生條件，而且有很大的經濟效果，當鍋爐出爐渣時能縮短其停工時間，也就可能得到補充的電力。

上述結構的空氣噴頭，在各工廠中得到了廣泛的應用。

「通風系統」像噴頭一樣，都是用來在車間的限定範圍內造成工作的有利條件。當採用噴頭時，工人的身體受到的空氣速度雖大（約 $2-4 \text{ m/sec}$ ）但空氣量不多；而經通風系統供給的空氣其速度雖不大（不高於 0.5 m/sec ），但空氣量是相當多的。列寧格勒勞動安全研究所製定的這種通風系統的結構（圖 6），也曾初次在第一個列寧格勒水力發電站有效地應用過，在那裡通風系統裝置在主電室內。

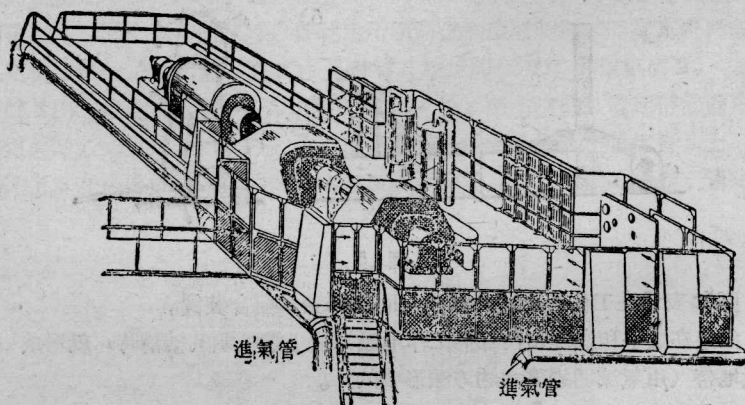


圖 6

透平機所佔的地方，四周圍以高 $1.8-2 \text{ m}$ 的圍壁，並在其上半部鑲以玻璃。從各方面通過大的百葉窗往這個地方送冷卻空氣，每小時的空氣量為 $15000-20000 \text{ m}^3$ 。採用通風系統可以保證透平機附近的溫度降低到 $10-12^\circ$ 。

當選擇噴頭或通風系統的設備時，要注意工作地點的條件以及經濟情況（用於傳動通風系統的電力消耗量，用於安裝通風設備的消耗材料及其他）。

空氣幕得到廣泛的應用。空氣幕是在冬季當車間的大門和窗洞打開時，用來減弱流入工作車間的冷氣流，其作用（圖 7）

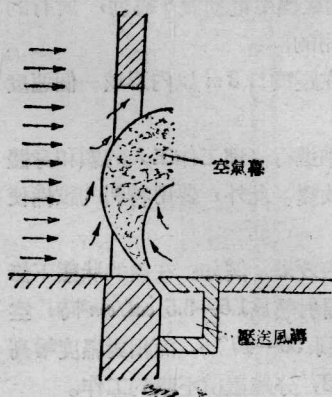


圖 7

如下：當速度為 $10-15\text{ m/sec}$ 以及與水平面成 $30-45^\circ$ 角的空氣在經過地下室或大門（側面的）旁邊的通風溝的窄而長的隙縫排出時，這樣就形成一種擴展到一定高度並成為一種保護遮熱板的空氣幕（像水幕一樣）。

II. 消除各種煙氣

在工作地區內，空氣中的污穢是在一系列生產操作過程中，特別是在化工企業中發生的，在那裡隨着多次的生產操作過程發出許多有害氣體，而有時是有毒的灰塵。採用工業通風裝置的措施，就能有效地消除所發出的有害氣體。在這方面，蘇聯的專家們已獲得了很大的成就。

根據科學調查和實驗研究工作所製定的一些辦法，完全能消除在多次的生產操作過程中所發出氣體的有害作用。例如：在用重油、瓦斯進行工作的鍛造車間；有煤爐和爐子的鍛造車間，以及發生一氧化炭的灰鑄鐵鑄造車間內都有效地採用了通風方法。

當用棉膠漆和其他的油漆塗刷成品，而油漆中含有在塗刷時易於蒸發的有害溶劑時，利用通風可以使工作地區中的空氣完全不致於有害。為此就要利用雅·依·別茲普洛茲萬工程師在莫斯科勞動安全研究院所製定的一些通風室，這些通風室就其結構、通風方法和淨化所排空氣方面都能得到很好的效果。

同樣也解決了關於消除製造水銀溫度計和其他的水銀儀器時所發生水銀蒸汽的問題，該問題的困難就在於除水銀蒸汽以外，在某些車間內還必須把餘熱除去。

甚至在最有害的車間內採用特殊構造的排氣箱，選擇適當的速度，以便排氣箱工作孔內吸入空氣和正確的組織新鮮空氣的流入，也能够使工作環境改善。

要設法解決機器在迅速旋轉時（例如溶苯、甲苯、二甲苯和其他有毒物質的染料的深色印刷機）發出的有害氣體是很複雜的。從運轉的紙帶上，由乾燥器和染料槽中所發出的有害溶劑蒸汽直接傳到車間的空氣中，其消除的方法就是用密閉罩和排氣系統的排氣裝置結合起來。

當安裝側面排氣裝置（圖8a）時，由酸洗槽、鍍鉻槽、鹽浴槽、鍍鋅槽、電解槽和其他槽中可得到很好的效果，並且是吹除發出蒸汽特別有效的方法（圖8b）。

在橡膠工業製造人造橡膠的企業中和在許多其他化學工業企業中，同樣都設計和實行了合理的通風方法。

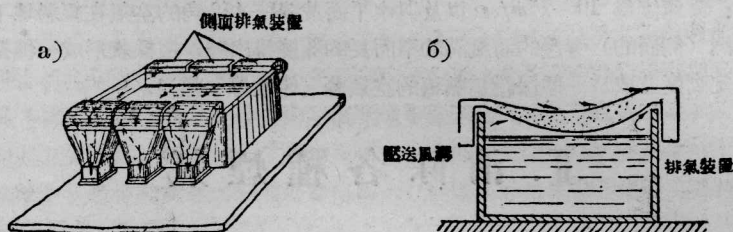


圖 8

除了密閉罩和局部排氣裝置的各種結構以外，有時採用成玻璃幕形的很簡單的裝置，該玻璃幕在某種情況下效果很大。

分出的熱蒸汽很快的上昇並聚集在屋頂下面，用從屋頂上放下的玻璃幕（圖 9）限制着蒸汽的擴散，這樣不用該器具的密閉罩就可以減少蒸汽從室內的排出量。為此要在玻璃幕所隔開的內部空間內敷設一段短的與排氣系統相連接的空氣管。

一個或幾個工段的工作地區裝設同樣的玻璃幕，以便和不產生有害氣體的其他（主要）車間隔離。

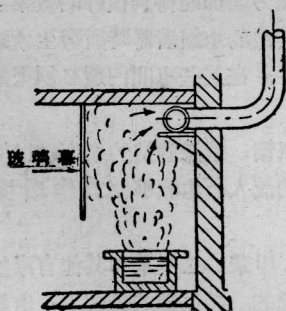


圖 9

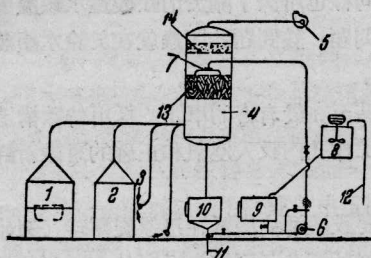


圖 10

不再多談其他吸收有害氣體的例子，就可以指出局部排氣裝置是最合理的設備。總的換氣通風僅在有害氣體的數量不大時，以及生產操作過程不許可按着結構情況安裝局部排氣裝置時才可以採用。

爲了消除對人體健康發生有害作用的有毒氣體，除了保護工作車間內的空氣以外，還必須淨化往外部排除的空氣。全蘇工會中央委員會的莫斯科勞動安

全科學研究院和衛生部的組織，關於這個問題進行了研究工作，並且得到了完全合乎衛生要求的決議。

在所採用的化學材料中，例如：在橡膠工業中佔重要地位的是硫化油膠，也就是脂肪油和硫磺相互作用的產物。硫化油膠是一種容易破碎的固體，用來代替橡膠和作為橡膠混合物中的貴重成份。

硫化油膠有兩種主要的型式：透明的和不透明的，以脂肪油和原素硫（粉狀的）相互作用時而得到的不透明的硫化油膠應用最廣。

在硫化油膠製造的過程中，發生出有毒的和有惡劣氣味的氣體。如將上述氣體排到外部去，就有污染廠內空氣的危險，因此，當熬硫化油膠時，關於淨化往外部拋棄的空氣的問題，由於生產使用硫化油膠製品的企業建築的發展，就現在來講是有着很大意義的。

在熬硫化油膠時所產生的揮發物中，硫化氫佔主要的地位。

在試驗室內淨化空氣的試驗（是全蘇工會中央委員會的全蘇勞動安全科學研究院所進行的）*1 證明當空氣中硫化氫的濃度由0.07到10mg/l時，用使用亞氯化鈣的方法，完全可以淨化排到外部的空氣。

為了在工業設備中採用這種淨化空氣的方法，經過研究之後，確定了最適宜的條件並製定了*2 介紹說明書。

這樣當熬製不透明的硫化油膠時，最好根據圖10上所示的系統圖進行通風和過濾。

從熬硫化油膠鍋爐1上部密閉罩的下面吸入的空氣，從下面進行放出和冷卻硫化油膠的密閉罩2的下面吸入的空氣，總的排氣裝置由廠房3吸入的空氣經過洗滌器4，用離心通風機5吸入，經淨化以後仍用離心通風機排到外面去。洗滌器內的噴嘴用水泵6噴出經過噴霧器7送到洗滌器內的亞氯化鈣溶液中。亞氯化鈣溶液在特種攪拌機8中製造，並使其自動流入分裝箱9中。用過的溶液由洗滌器中收集在集水器10內，並部份地用來重複噴射；另一部份沿管道11排入下水道，水經過管道12送往攪拌機內。在洗滌器中為了使溶液和空氣更精密的混合，溶液要噴散在安置兩網中間的磁環層13上。用煤作為過濾層14中的填充物。用這種方法淨化的效果達到99.8—100%。

莫斯科勞動安全研究院同樣會對淨化通風用的空氣在處理人造橡膠1特殊

*1 研究院工作人員斯·阿·阿夫列莫夫和恩·木·彼得洛夫及洛夫斯克所進行的試驗。

*2 克·阿·尤金、特·木·捷立諾夫和其他人。

橡膠¹時所分出揮發物的方法進行了考查。在試驗室內所作的淨化空氣中揮發物²特殊橡膠³的試驗證明了採用固體吸收劑的合理性（液體吸收劑在這種情況下是不適合的），由泥炭和木製的活性炭所構成的固體吸收劑是有最好的淨化效果。試驗^{*1}確定炭起作用的時間約與固體吸收劑之高度成正比。活性炭可以還原。

此外，莫斯科勞動安全研究院進行了淨化通風空氣中的硫酸霧和硝酸霧^{*2}的研究工作。爲了淨化空氣中的硫酸霧，曾採用液體淨化的方法，填有很多層短管的豎筒作爲淨化器。空氣中硫酸霧的濃度在1公升中爲十分之一mg。

帶肥皂沫的氫氧化鈣溶液在本裝置中作爲吸收劑。

當空氣通過過濾器速度爲0.1 m/sec時，淨化空氣中硫酸霧的程度達到99.5%。同樣淨化爲硝酸霧及其蒸汽所污染空氣的試驗也要用液體^{*3}方法進行，有害物的濃度爲0.2—5.5mg/l。在系統中再循環的水作爲吸收劑。

淨化構作物有兩種製作方案：

1. 帶有雙層短管的垂直洗滌器的形式；
2. 帶有單層短管和噴霧器的水平過濾器的形式。

過濾器截面內空氣的速度等於0.25 m/sec。帶試驗性的裝置在其中一個工廠中試驗後得到了很好的效果。淨化的程度達到81—85%。

Ⅲ. 空氣除塵

在企業中進行消除空氣中的灰塵和消除爲氣體所污染的空氣是一樣的，但是應當注意總的換氣通風設備，在這種情況下，根據以下的理由是不太適當的。同時灰塵和氣體一樣很容易融化在空氣中，並且比較容易和空氣一起排除出去，如果不把它從其形成的地方清除掉，那麼它將長期的在空氣中呈游離狀態。把灰塵融化在空氣中，也就是與新鮮空氣混合到不起有害作用的程度，在絕大多數情況下是很困難的事情。因此在技術操作過程中發生灰塵時，首先應該注意防止灰塵在廠房內空氣中的擴散，而設置局部的除塵裝置。

因爲造成灰塵的來源（機器，機床和其他）和發生灰塵的生產過程是各不

*1 研究院的工作人員斯.阿.阿夫列莫夫、波.恩.索波列夫和恩.木.彼得洛巴夫洛夫斯克進行的試驗。

*2 研究院的工作人員克.阿.尤金進行的試驗。

*3 克.阿.尤金所製定的方法。