

带式输送机

塔拉索夫著



机械工业出版社

帶 式 輸 送 机

塔拉索夫著

黃家驥譯

鄧錫俊校



机械工业出版社

1957

出版者的話

本書敘述帶式輸送機的理論和計算。計算的方法是
以運動力和阻力為研究基礎，這就免除了在計算時必須
採取逐漸接近的辦法。本書還討論了帶式輸送機各種
變型，特別注意鋼帶輸送機，以及帶式輸送機生產率的
提高問題、斯達漢諾夫工作法等。書末還列有計算實例。

本書供運輸機械設計人員以及大專學生參考。

蘇聯 И. П. Тарасов 著 'Ленточные транспортёры' (Машииз
1950 年第一版)

*

*

*

NO. 1373

1957 年 5 月第一版 1957 年 5 月第一版第一次印刷

850×1168 $1/32$ 字數 133 千字 印張 55/16 0,001— 3,500 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷 印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(10) 1.00 元

目 次

原編者的話	5
帶式輸送机的概述	7
帶式輸送机的裝置	10
1 皮帶	10
2 驅動裝置	14
3 張緊裝置	17
4 裝載裝置和卸載裝置	19
5 皮帶的清除刷	22
6 支承滾柱	22
7 机架	32
運移阻力的計算公式	33
1 各種運動形式的規定符號	33
2 曳引構件運移阻力的形式	34
3 曳行物體的運移	35
4 曳引系數或阻力系數	41
5 在走動滾輪上的運移	42
6 在支承滾柱上的運移	45
帶式輸送机的生產率	48
1 確定生產率的公式	48
2 皮帶寬度的確定	51
3 皮帶速度的選擇	55
皮帶的計算	59
1 直綫區段上的阻力	59
2 空載皮帶的平衡角	62
3 導向滾筒的阻力	64
4 輸送机工作時皮帶拉力的確定	68
5 張緊裝置作用力的確定	76

6 由卸載裝置所造成的阻力	76
7 皮帶強度和比壓力的驗算	85
8 皮帶的垂度	87
原動機的功率和起動力矩	93
1 原動機的功率	93
2 制動力矩	100
帶式輸送機的計算步驟	101
帶式輸送機的各种型式	102
1 鋼帶輸送機	102
2 移動的帶式輸送機	112
3 可伸縮的帶式輸送機	131
4 帶式拋卸機	132
5 帶式提升機	139
斯達漢諾夫工作法及其理論的先決條件	150
計算例題	157
參考文獻	168
中俄名詞對照表	169

原編者的話

企業的運輸組織在任何生產過程中起着巨大的作用，它影响到生產成本、產品的質量和數量、資金的周轉以及影响到整個生產節奏。在擁有生產合理化無限可能性的社會主義企業方面，比較資本主義體系的企業來說，運輸就有著更重大的意義。此外，在社會主義生產制度下，由於具有減輕工人勞動的需要和可能性，合理運輸組織的作用就更被提高，因此也提高了勞動生產率。

廠內的、特別是車間內的運輸是以最密切的姿態參加到我們的現代化企業的工藝過程中來，並影响到這些過程的性質和速度，因而在其中就擔任着組織和調節的任務。

所以，我們把運輸工作機械化問題，特別是繁重工作的機械化，一般地給以同樣的注意，並且提出許多工藝過程全部機械化的要求，包括這些過程的運輸工作在內。

1931年6月23日斯大林同志在經濟工作人員會議的講話中指出：「必須立刻實行把繁重的生產手續機械化，並盡量開展這件事情（例如木材工業，建築業，採煤工業，裝卸工作，運輸業，黑色金屬冶煉等）……生產手續機械化，是我們所應實行的一個新穎的和有決定意義的辦法，否則就不能支持我們的速度，也不能維持我們的新的生產規模。」

在改善運輸設備的問題上，在提高這些設備的運轉和運用所謂短程機械化，即是運用短距離運輸機械化的問題上，科學研究機關、設計師和製造者都給以應有的注意。我們在起重運輸機械製造的領域中得到很大的成就：創造和精通新的起重運輸機械和機構的構造。但是在這一領域中，仍有很多正待研究、設計、生產工作擺在面前，使得工廠運輸可以完全適合於現代生產過程、完全機械化和自動化水平的要求。在這方面，起重運輸機計算方法

的整理和确定有着很大的意义。

特别是关于連續运输机械和这些机械最流行的形式——帶有曳引構件（皮帶）的机械，在所有工業和国民經济部門中（建筑生产、冶金工業、採矿工業、化学工業、鉄路运输和水道运输等），它們的应用是广大的並且式样極多，既可供大量物品的轉运，又可在进行工艺操作时作为少量物品的轉运。

本書扼要研究所有具有曳引構件（皮帶）的連續运输。在通常採用的帶式输送机計算法中，推荐先由經驗公式来决定主动滾筒軸所需大概的功率。利用这些公式造成了很多不方便的地方，这就是在任一原始資料下，这些公式都产生不同的所需功率值，有时此值与实际功率有很大的分歧，这就使得必需多次反复計算。

在本書中，給出了以运动力和阻力为研究基础的帶式输送机的澈底計算法。作者所採用的运动假定符号体系減輕了吃力的計算并保証在最复杂的合成作用力时不發生錯誤。这一方法免除了在計算时必須採取逐漸接近的办法，这是極累贅而且乏趣的，特别是在須要适合某一要求和在多次反复計算的时候。

在本書中，以極大的篇幅来敘述帶式输送机生产率的提高問題，以及斯达汉諾夫工作法，同时也給出了这些方法的理論根据。

在校訂时，补充了若干部分：〔帶式输送机的裝置〕、〔卸載裝置的阻力〕、〔皮帶的垂度〕、〔移动帶式输送机〕。重写了若干部分：〔鋼帶的输送机〕、〔可伸縮的帶式输送机〕、〔帶式抛卸机〕。

魏特庫普

帶式輸送機的概述

普通構造的帶式輸送機的簡圖示於圖 1。其構成如下：閉合的彈性橡膠皮帶 1 繞過兩個末端的滾筒，其中滾筒 2 借本身的轉動把皮帶拖動，稱為主動滾筒或驅動滾筒，另一滾筒 3 稱為尾筒，通常稱為張緊滾筒，並安裝在特別的移動小車或滑塊 4 上。

皮帶的兩分支——上面為有載的，下面為空載的——在其路綫上用許多滾柱 5 和 6 支承着，並且裝於有載分支上的滾柱是較密於在空載分支上的。為避免皮帶的偏歪，有時在旁邊設有若干側偏滾柱，其軸的配置系垂直於皮帶的平面。

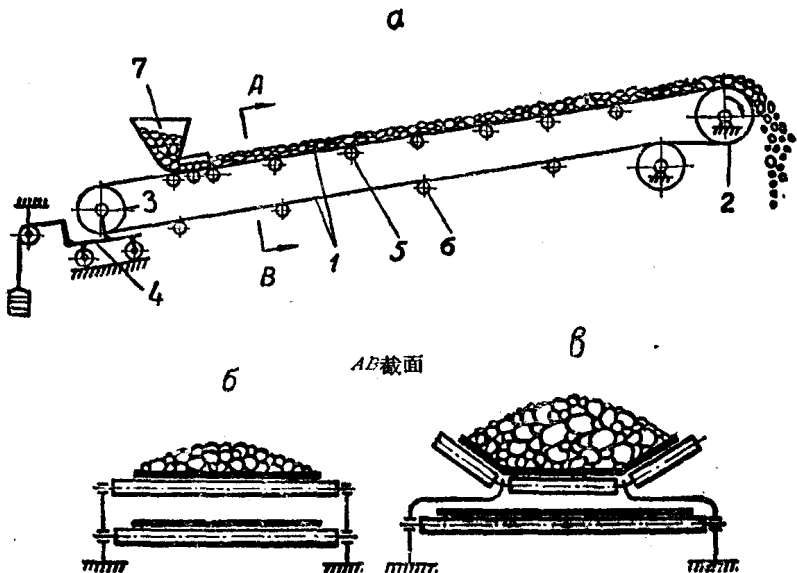


圖 1

被輸送的物料經裝載漏斗 7 落到皮帶上，並沿其上成層堆置和依運動方向被皮帶帶走。如要在皮帶的一個地方裝載物料時，裝

載漏斗可採用固定式；如要沿着輸送機長度的任一地方能够裝載物料時，裝載漏斗則採用移動式。物料的卸出或在輸送機末端進行，或在中途進行，為此，就要採用特別的拋卸裝置。

由皮帶所輸送的物料可能是散粒的：碎石、水泥、砂、煤、灰泥等以及成件的：磚、箱、袋、捆包等。物品位移的方向可能是：水平的、傾斜的和併合的（傾斜的和水平的）。對於傾斜的輸送機，皮帶的傾角受着物料對皮帶的摩擦角以及與物料的物理性能和皮帶光滑度有關的物料自然坡角所限制。為避免材料沿着皮帶倒滑起見，其傾角應小於兩角的每一個角度。

表 1 所列是推薦的具有橡膠皮帶及巴拉塔膠（Балат）皮帶的帶式輸送機最大極限傾角。

表 1

輸 送 的 物 料	推薦的極限角度(度)
不含砂的清洗和選分石礫	12(14)
大塊矿石	18
干砂	24
谷類	18
選分煤，無煙煤和焦煤	17(18)
普通煤和焦煤	18
未選分的碎石	18
煤末	28
水泥	20
粉狀石灰	23
翻砂用泥土(干)	24
濕砂	27
新鮮鋸木屑	27

如果輸送機用來起升物料到達一定的高度，而又要縮減其總長度，有時傾角採用較大於上列的數值。

皮帶的許用最大傾角是根據輸送機的裝料和工作性質而定，在正常的和均勻的裝料時，帶式輸送機在較大於表 1 所列的傾角下工作都十分滿意，因為在這種情況下，被移送的物料有一部分

会被随后的物料所撑持着。当物料供給中断或不均匀时，物料最后部分在输送机上就会沿着皮帶滑动，因为它沒有了随后部分的撑持。所以当物料供送不均匀时，应该取用較小的皮帶傾角。

在供送成件的物品时，帶式輸送机的傾角根据輸送物品的性質来选定，通常不超过 18° 。因为当角度較大时，物品就从皮帶上滑落，形成輸送机尾部的阻塞。

为了增加輸送机的升角，有时在皮帶上縫上或貼上橡膠皮帶橫条，以免物品滑落。通常只在低速的短程輸送机中採用，因为当速度較大时，橫条就引起皮帶卸空分支当經過滾柱上时發生不均的运行。

根据帶式輸送机的基本形狀可区分为平帶式輸送机（圖 1, 6）和槽帶式輸送机（圖 1, 8）。虽然槽帶需要一些較复杂的滾柱支承，但是，在同样的寬度下，它的生产率極大，因此在許多情況下，槽帶的应用較平帶的应用更为合理。

帶式輸送机的構造簡單，工作准确和可靠，使用簡便和有效，使帶式輸送机在大批物料作全部水平或稍微

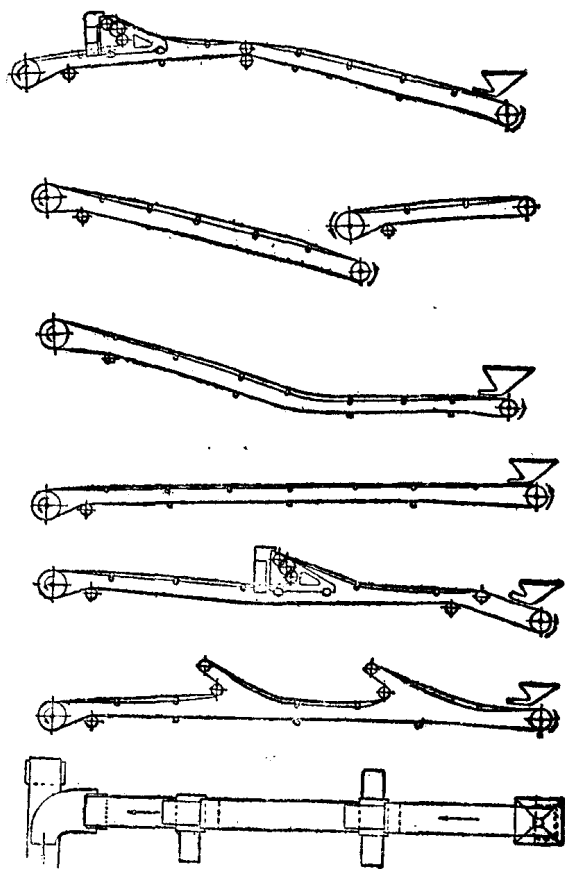


圖 2

傾斜的運輸機械化時，成為主要的工具。帶式輸送機唯一的重要缺點就是皮帶的磨損，而皮帶價值達到輸送機全部價值的40%；但是，如能按照物料的性質和工作條件，在正確的運轉和很好照料之下，皮帶仍可使用多年。

帶式輸送機既可作短距離運輸之用，亦可作數百以至數千公尺長距離運輸之用。有些工作要利用連接設置的若干輸送機，每具長300公尺、皮帶寬度900公厘、速度4公尺/秒，將谷類由中央谷倉運送到相距6500公尺的港口去。對於砂和石的輸送，最長的裝置為15000公尺，由26個連續的區段組成，皮帶寬度900公厘、生產率1000噸/小時、速度2.75公尺/秒[1]。帶式輸送機的生產率可達到2000公尺³/小時。

帶式輸送機的主要零件為：皮帶、驅動滾筒（驅動站）、附有張緊裝置的張緊滾筒、導向滾筒、支承滾柱和側偏滾柱、送料裝置和卸料裝置以及機架。

圖2所示是各種帶式輸送機的使用組合，這些帶式輸送機在許多生產情況下，可以變化成很多不同的形式。

帶式輸送機的裝置

1 皮帶

輸送機的皮帶同時作為曳引構件和工作構件。皮帶材料根據運送物品的性質來選擇。麻織的和棉織的皮帶應用於運送干燥的和無黏性的散粒物料、無銳利稜邊的碎塊物料以及重量不大的成件物品，同時所運送物品的溫度不應超過100°。

這種皮帶的缺點是它的吸濕性大，因此在潮濕房間工作時，必須將其浸透以單寧酸、蠟或其他的化学品，以預防皮帶受濕。棉織和麻織皮帶的另一缺點是磨損迅速。動物毛制成的皮帶的這

种缺点比較棉織和蔴織皮帶为小。但是它們比后者昂貴。

巴拉塔膠和橡膠皮帶跟棉織和蔴織皮帶比較，对潮湿来說最为稳定，而且更耐用。巴拉塔膠皮帶是由若干縫貼成的棉織物層所構成，这棉織物層称为垫襯，並且都复盖着巴拉塔膠。

巴拉塔膠由树脂做成，是一种介乎橡膠和馬來树膠之間的东西，同时运送物品的温度不得超过 50°C 。

橡膠皮帶是由用硫化橡膠连接起来的若干棉織物層所組成。外表面做成一層橡膠复面，以造成少受磨損的光滑表面（圖3）。

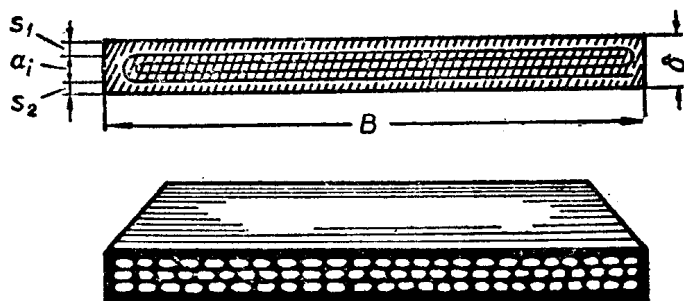


圖 3

橡膠皮帶是在很大压力下始終被拉伸着来制成的，使其在工作时减少拉長的能力。沿其上运送的物品温度不应超过 66°C 。

鋼絲網帶用以輸送湿物料。

鋼帶用以輸送熾热的和黏性的物料。

由工厂所生产的橡膠皮帶織布卷的長度按照 ГОСТ 的規定为25~100 公尺。皮帶常常制成为閉合的。

皮帶末端的连接用下列方法：а) 对接縫合；б) 兩端疊縫；в) 帶端搭接黏貼順次縫合。

对接縫合是利用扣子来进行，通常推荐用在張力不大的窄皮帶中。连接皮帶端时应切割成直角，以免皮帶偏歪。

连接皮帶端較可靠的方法是用鞣过的皮革条来縫合皮帶兩端，而兩端都預先削成無一点距离。

最好的和最可靠的方法是搭接黏合，就是將皮帶兩端按墊襯層數割成斜階級，兩端互相疊上，然后用特种膠黏合。這樣的連接除了保障強度和撓性之外，還保證沒有加厚和偏歪。所以它可推薦用於最重要的輸送機工作條件中。

皮帶的寬度和厚度有多種，最大的標準皮帶寬度 B 可達 1400 公厘。皮帶厚度 δ 根據墊襯厚度 a 、墊襯數 i 以及復面厚度 s_1 (工作的) 和 s_2 (非工作的) 而定。

$$\delta = ai + s_1 + s_2。 \quad (1)$$

橡膠和巴拉塔膠皮帶的墊襯厚度是由 1.25~2.0 公厘。在蘇聯工廠製造的皮帶，按照橡膠聯合協會的資料，墊襯厚度為 $a = 1.25$ 公厘。復面厚度根據運送物料的種類而定，並按照橡膠托拉斯的資料從表 2 中選用。

表 2

輸送物料名稱	復面厚度		
	工作表面 s_1 (公厘)	非工作表面 s_2 (公厘)	共計 (公厘)
谷類和粉狀物料	0.75	0.75	1.5
中等硬度的細粒物料	1.5	0.75	2.25
中等硬度的碎塊物料(煤、石、粗砂)	2.5	1.0	3.5
堅硬的礦石、石、焦煤、煉瓦	3.0	1.0	4.0

墊襯數根據輸送機工作條件和用途由強度計算來決定。同時應考慮到薄的皮帶在水平輸送機中因受載荷而下垂很大，需要稠密地設置支承；厚的皮帶則過於剛硬，這樣就難達到穩定的運行。總之，墊襯數直接與皮帶寬度有關。當寬度小而墊襯數多時，皮帶的硬度很大，因此它的彎撓就小，不能緊貼在滾柱上；所以不能保證有完善的截面（圖 4）。寬度大而墊襯數少的皮帶，具有很小的硬度、彈性以及能夠很好地貼緊在滾柱上，並能保證槽的正常的大小（圖 5），但是，由於這樣反而會失去其在皮帶滾柱支承間的槽形，而接近於平面形，因此使物料散落。每一皮帶寬度

具有一定限度的墊襯數，而其範圍比較狹窄，这样就使得我們有可能在計算時根據皮帶寬度預先給出皮帶每公尺長的重量。通常各種寬度的皮帶都有若干種厚度，ГОСТ 20-40 規定出橡膠皮帶尺寸如下（表 3）。

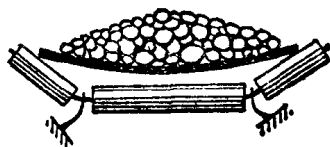


圖 4

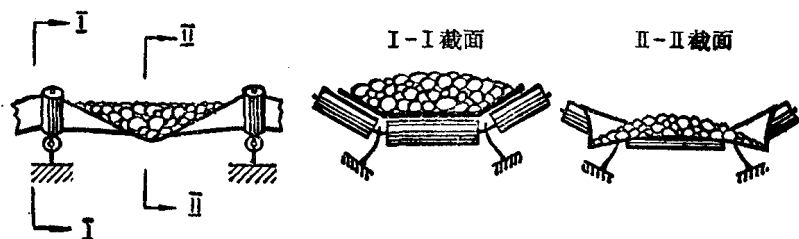


圖 5

表 3

寬度 B (公厘)	300	400	500	650	800	1000	1200
墊襯數 i	2~7	2~8	2~9	3~10	3~11	3~11	3~12

ГОСТ 1596-42 規定帶式輸送機的皮帶寬度 B 為：300、400、500、650、800、1000、1200、1400、1600 公厘；復面的厚度根據輸送物料的性質而定。物料愈粗糙，則復面愈厚。皮帶的工作復面總是厚於非工作復面的。

按照 ГОСТ 20-40 的規定皮帶工作的復面厚度為 1.5~3.0、4.5 和 6.0 公厘，而非工作的——1.0 和 1.5 公厘。皮帶的寬度根據輸送機的生產率和輸送物料的尺寸而定。

根據橡膠托拉斯的資料，皮帶每公尺長的重量是由經驗公式算出：

$$q_d = B(ai + 1.4s) \text{ 公斤/公尺}, \quad (2)$$

式中 B ——皮帶的寬度（公尺）；

a —— 一層墊襯的厚度，等於 1.25 公厘；

i —— 墊襯數；

s —— 兩復面的厚度（公厘）（圖 3）

$$s = s_1 + s_2。$$

根據表 2，取皮帶兩復面厚度的一平均值， $s = 3$ 公厘，對於每一種寬度，在適中的墊襯數之下，我們就求出每公尺長的重量，並將計算結果列在表 4 中。

表 4

皮帶寬度 B (公厘)	400	500	600	750	900	1100	1300
平均的墊襯數 i	4	5	5	6	7	7	8
$ai = 1.25 i$ (公厘)	5.0	6.25	6.25	7.5	8.75	8.75	10.0
$1.4 s = 1.4 \times 3$ (公厘)	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
$ai + 1.4 s$ (公厘)	9.2	10.45	10.45	11.7	12.95	12.95	14.2
皮帶寬度 (公尺)	0.4	0.5	0.6	0.75	0.9	1.1	1.3
$q_A = B(ai + 1.45s)$ (公斤/公尺)	3.7	5.2	6.3	8.8	11.7	14.25	18.5
皮帶平均厚度 (公厘)	8.0	9.25	9.25	10.5	11.75	11.75	13.0

以後我們將利用這些數值作為計算帶式輸送機的基本參數。

皮帶的形狀可能是平直的和槽形的，非工作分支則常為平直的。

2 驅動裝置

皮帶只是利用其對光滑主動滾筒的摩擦來帶動。滾筒對皮帶的正常運行有極大的影響。帶式輸送機的滾筒是用鐵（鑄造）或鋼（焊接）制成。鑄鐵滾筒是整體鑄成或區分為 2 至 3 部分裝配而成。為使皮帶良好對中，滾筒的輪緣做成橢圓形或把邊緣做成圓錐形。輪緣的隆起高度為其寬度的 $1/200$ 。為了使滾筒與皮帶更好貼緊起見，主動滾筒的輪緣必須仍為圓柱形。根據滾筒的寬度，滾筒制成有一個或兩個輪轂（圖 6）。以鋼輪緣焊在輪轂上的滾筒，由於其重量輕，得到廣泛應用。圖 7 所示是具有輪轂、

支承滾珠軸承的焊接導向滾筒的聯接情況。當滾筒要從輸送散粒物料或碎塊物料中檢出偶然落下的金屬物品時，有時鑄鐵或鋼滾筒都連接有電磁鐵，則金屬物品就仍被保留在貼緊皮帶的某一

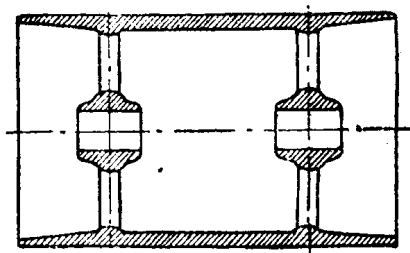


圖 6

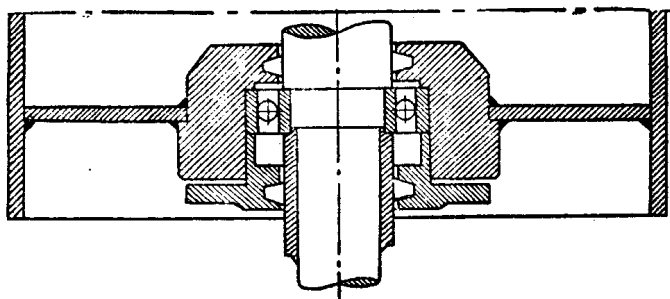


圖 7

包角上，那時該物料即自此處卸出去。滾筒應寬於皮帶，否則皮帶將會從滾筒滑脫。按照蘇聯鋼橋標準，滾筒的寬度根據皮帶寬度 B 而定，通常是

$$B_{\text{滾筒}} = B_{\text{皮帶}} + (50 \sim 100) \text{ 公厘。} \quad (3)$$

驅動滾筒和原動機間的傳動裝置常用 1、2 或 3 對齒輪傳動裝置。馬達是用彈性聯軸節或經過附加的皮帶傳動裝置而與第一驅動軸相接。為了增加驅動滾筒的圓周力起見，可以增加皮帶與驅動滾筒間的附着力，或者增加皮帶的包角。附着力的增大是用這樣的方法來達到：把滾筒的輪緣用木造成或特別鑲以皮革或鑲以橡皮（圖 8）。包角的增大是用這樣的方法來達到：在皮帶的從動分支上裝設導向滾筒 A （圖 9， a ），或使皮帶繞過兩滾筒 A 和 B ，而兩滾筒是從一個驅動裝置得到運轉的（圖 9， b ）。

也有採用附加壓緊帶的裝置，壓緊帶把工作的皮帶壓緊在滾

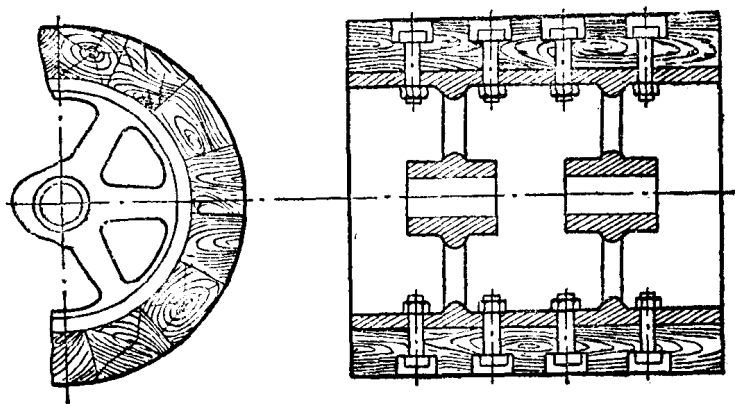


圖 8

筒上 (圖 9, θ)。

后一种的装置, 当皮带的从动分支任意拉紧时, 就可能傳遞任意圓周力, 同时驅動裝置的工作無任何震動。

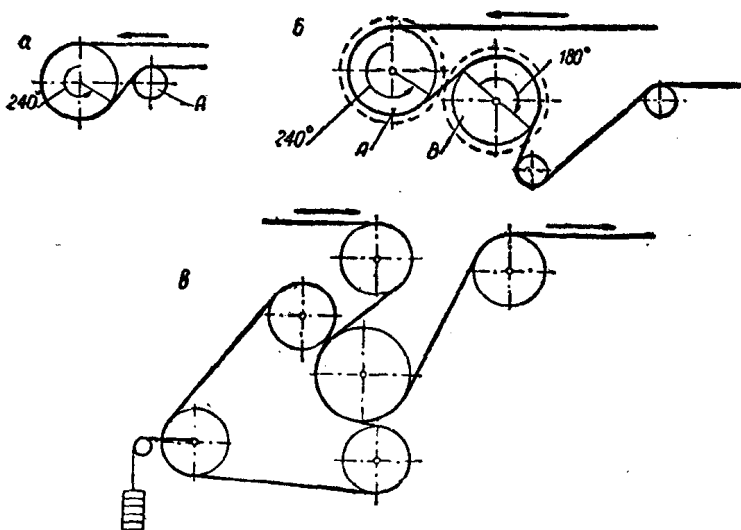


圖 9

• 为使裝置減輕重量和結構緊湊起見, 宜採用其內部安裝有电动机和傳動裝置的主动滾筒。

为了減少繞過滾筒的橡膠皮帶的磨損, 推荐採取較大直徑的