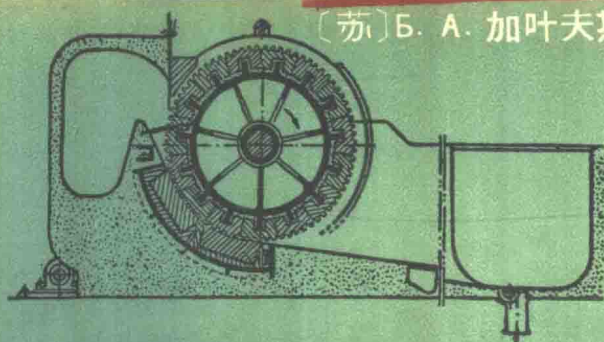


〔苏〕Б. А. 加叶夫斯基著



造纸工业的 机器与设备

輕工業出版社

造紙工業的机器与設備

[苏]B. A. 加叶夫斯基 著

馬伯龙 陈庆蔚 張新平
任敦鑒 吳修和 顧文华 合譯

胡 清 泉 校

輕工業出版社

一九五八年·北京

內 容 介 紹

本書中包括有把半成品制成紙張的造紙工厂用的主要工艺設備的計算及設計材料；这些設備有打漿機器、紙漿精選設備、造紙機及整飾機器。

本書可供在造紙工厂管理部門或設計部門工作的工程師及技師研讀之用。

苏联造紙工業雜誌 1957 年第二期曾對本書提出批評，認為書中取材不尽适当，重要部分敘述得不够詳盡，次要部分而又相当繁瑣。書中有的地方对工艺过程敘述得不明确，容易引起誤解；此外，在公式运算上，措辭用語上，都有錯誤和不当之处。

但此書也有可取的地方，例如在造紙工艺設備的計算与設計原理方面提供了很多值得參考的資料。这类書在我国造紙工業界还是很缺乏的，对我国的造紙工業中的工程技術人員還有一定的裨益，因此我社決定將這本書譯出出版。此書在公式运算方面的錯誤已根据批評資料作了修正；至于其他錯誤，俟有原文的修訂版時再作全部修訂。为了對讀者負責，一并将對本書的兩篇批評譯出附于書后，备供讀者參考。

Б. А. ГАЕВСКИЙ
МАШИНЫ И АППАРАТЫ
БУМАЖНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
КИЕВ 1955 МОСКВА

(本書根据苏联国立機器制造科技書籍出版社一九五五年基輔版譯出)

造 紙 工 業 的 機 器 与 設 备

[苏] Б. А. 加叶夫斯基 著

馬伯龙 陈庆蔚 張新平 合譯

任敦鑾 吳修和 顧文華

胡 清 泉 校

輕工業出版社出版 (北京阜内大街)

北京市書刊出版業營業登記證出字第099号

北京市印刷一厂印刷 新华書店發行

开本350×1168毫米 1/32 印張10 字數220,000

1958年2月第一版

1958年2月北京第一次印刷

印數(京)1—2000

定價(平)1.61元

統一書号：15042·紙4

目 录

序言	4
第一章 打漿的机器	5
1. 打漿机	9
2. 在刀面上叩解纖維原料的理論	27
3. 錐型精漿机	41
4. 盤型精漿机	53
5. 十字型精漿机	56
6. 水力碎漿机	59
第二章 攪拌池	64
第三章 漿料濃度及配比的調节	69
第四章 紙漿精选及回收纖維的机器及設備	76
1. 紙漿精选設備	76
2. 回收設備及篩漿机	82
第五章 造紙机	124
1. 进漿設備	127
2. 造紙机構造的主要部分	135
3. 造紙机的計算	197
第六章 整飾机器(完成机器)	233
1. 压光机	233
2. 卷紙机	252
3. 縱切-复卷机	257
4. 切紙机	263
第七章 造紙机及整飾机傳动的構造与計算	271
1. 造紙机傳动設備的構造	272
2. 造紙机傳动功率的計算	277
3. 整飾机功率的計算	298
参考文献	311
附录	312

序 言

造紙工業的机器与設備的特点是結構上的多样性及复杂性。紙及紙版的大規模流水生产，有賴于复杂的工艺設備。这种生产操作过程主要是連續进行的，甚至連間歇的过程也在很大的程度上自动化机械化了。

在“造紙工業的机器与設備”一書中，搜集了一些由專門設計机构及机器制造厂所积累的关于造紙設備的構造及計算的材料。

計算法是綜合理論和实验研究的结果拟定的，这些研究是为了探討紙張生产的物理过程而进行的。

作者在本書中所引用的关于決定造紙机車速的計算法是以過濾原理作基础的。

作者衷心地向審查了本書中一些材料并提出宝贵意見的 И. И. 契尔諾勃尔斯基 (Чернобыльский) 教教和 И. В. 列文斯基 (Левинский) 講師致謝。

所有关于本書內容的批評性意見和建議，希投寄：基輔 (Киев)，克列沙齐克 (Крещатик)，10. 烏克蘭机器制造科学技术出版社 (Укрмашгиз)。

第一章 打漿的機器

打漿是決定紙張物理性能并嚴重地影響在造紙機上形成紙幅的工序之一。

在打漿過程中，形成水懸浮體的纖維原料要承受打漿設備工作部分的作用。同時，纖維碎解而有膨潤和水化的現象伴生。

纖維的碎解和劈裂以及由於水分吸附而形成的膠膜，使纖維具有柔軟性、可塑性及“粘性”，由此大大地保留了水分；而在過濾、壓榨及烘乾時必須消耗一定的能量來除去水分。

當紙幅在造紙機銅網上成形以及通過濕壓榨時，由於纖維細胞分子間的水分滲透和纖維氫氧根間形成了相互作用的分子力，而使纖維互相结合。

此後，在紙幅烘乾時，水分就蒸發了，但由於表面張力的作用，纖維彼此更加靠近，以致在各個纖維的氫氧根之間產生氫鍵，這些各個纖維是在於紙頁中把氫氧根結合在一起的。這種結合稱為附着，亦即形成纖維間表面結合力的一種附着。

此外，柔軟而帶化的纖維在形成紙幅時，彼此間相互交織而粘結。因此纖維之間產生了摩擦力，從而促使紙張的強度增加。這種力稱為內聚力，或稱為纖維對位移的抗力。其數值首先取決於纖維的機械磨碎程度，而這種磨碎程度代表了紙張中纖維的平均長度。

不僅紙張的強度決定於纖維的機械磨碎及水化的程度，而且紙張的其他物理性質，如緊度（單位體積重——譯者註）、透明度、吸收性、透氣度等等也取決於此。

許多研究証明：

甲)紙張抗裂強度取決於纖維的長度；

乙)作為紙張裂斷強度指標的紙張裂斷長決定於纖維的水

化程度;

丙)紙張的緊度取決於打漿度,這種打漿度是由在干燥后(由於其收縮)形成紙幅的纖維的水化程度來決定的;

丁)紙張的吸收性及其透氣度隨纖維水化程度之增加而減少。

紙張性質與打漿特征間的各种質量关系確定后,即可擬定各种紙張的制造方法。如制造粗糙的紙張時,只需要在很少水化的情況下稍微切短纖維即可。制造書寫紙及印刷紙時,需要較多的磨碎及較強的水化。制造防油紙則需要在強烈帶化的情況下高度水化。制造薄而堅牢的紙則需要縱向分裂、切短極少并有高度水化的纖維等等。

打漿过程所要求的目標應以水化作用及碎解作用間的一定关系來表示。粘化決定漿料的過濾性質,這種性質可借蕭彼爾——李格列爾粘度(ШР°)來度量。纖維切斷的程度可借伊凡諾夫測定器測定的纖維長度來表示。С. И. 伊凡諾夫(Иванов)①建議採用漿料的粘度 ΔI 與纖維的切斷程度 Δl 的比值來比較各种纖維漿料的性質:

$$K = \frac{\Delta I}{\Delta l}.$$

游离狀叩解的漿料的比值 $K=1.1$; 中等程度叩解的漿料 $K=1.1-1.3$; 粘狀叩解 $K=1.3-1.5$; 很粘的叩解 $K=1.6$ 及 1.6 以上。

很多因素對用植物原料制成的纖維懸浮液的打漿度發生影響,其中主要的有:研磨面對纖維的壓力、漿料濃度、研磨面的材料性質、研磨面間相對移動的速度、漿料溫度、懸浮介質的氫離子指數 pH 及纖維材料的性質。茲分別研究其每一個因

① 見 1952 年第 3 期蘇聯“造紙工業”雜誌所載 С. И. 伊凡諾夫著“打漿的理論及實踐”一文。該文之譯文見“造紙學習資料”第 4 期及第 5 期。譯者註

素的影响。

压力是打漿的主要因素。纖維的机械磨碎作用随着压力的增高而增大，水化作用則隨其增高而減少。單位压力的数值以公斤/厘米²表示，各种打漿时所需的压力如表1。

表 1 各种紙張需要的單位压力数值

粘 狀 打 漿 时		游 离 狀 打 漿 时	
紙 張 种 类	單 位 压 力 公斤/厘米 ²	紙 張 种 类	單 位 压 力 公斤/厘米 ²
含有大量机械木漿的紙張	0.2—1.0	軟質化学漿及大量机械木漿制成的普通紙張	2.5—5
較軟的亞硫酸紙漿及机械木漿制成的紙張	1—2	硬質亞硫酸紙漿制成的紙張	4—8
硬質化学漿制成的紙張	2—5	未漂碱法漿及破布半漿料制成的紙張	10—25
未漂碱法漿制成的紙張	5—15	黃紙版	6—10
破布半漿料制成的紙張	3—6		

單位压力的数值純粹是特定的。这一数值可以決定單位研磨面积上的压力，而并非決定單位纖維表面上的压力。此外，在打漿过程中这一特定的压力是变化的，因为在打漿过程之不同阶段中，如切断、疏解、纖維团之打散等等，就要求采取不同作用的打漿方法。

漿料濃度的增加导致更多的纖維聚集在研磨面上，而單位纖維表面上的压力則降低。这就导致形成粘狀打漿，而当濃度降低时則为游离狀打漿。

在漿料濃度增加之同时，較多数量的纖維受到叩解，因此在同一規格的打漿设备中，生产能力随漿料濃度之增高而增加。

磨碎面积之大小亦有影响。在磨碎面間（一个打漿零件傳到另一个打漿零件）的总压力相同时，其面积較小者單位压力增加。實踐証明，在薄刀低压的情况下可以获得漿料的粘狀打漿。因为这样的压力难以达到，故通常粘狀打漿在厚刀时获得。最近，B. И. 尤里也夫的研究說明，pH 值为2—9时，

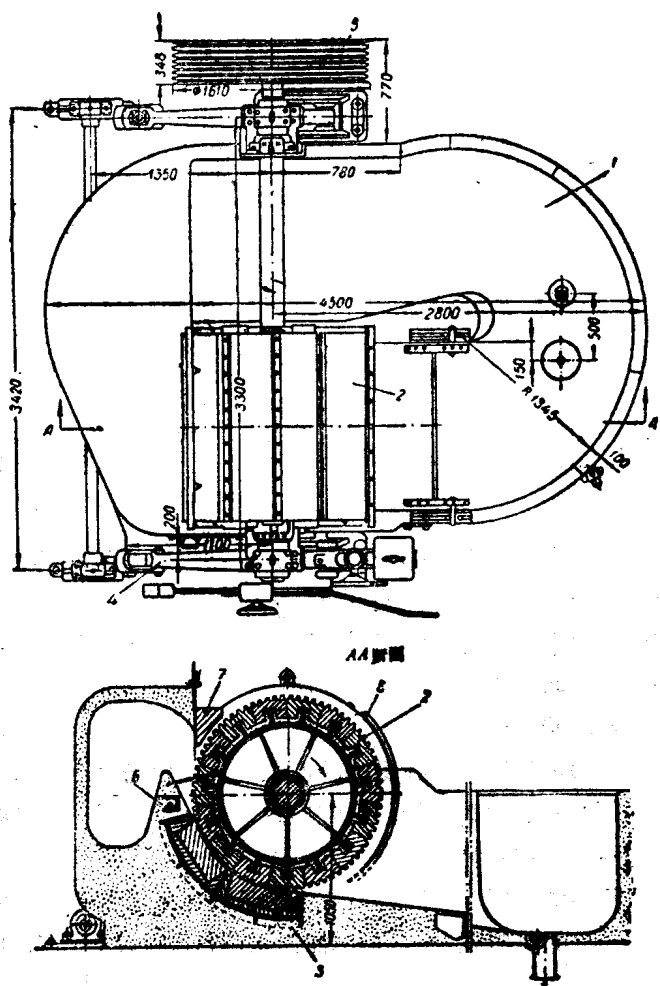


圖 1 打柴机

- 1—漿槽；2—刀輥；3—底刀；4—平衡機構；5—皮帶輪；
6—山頭；7—檔板；8—護板。

实际上几乎对打漿强度不起影响。

由于纖維与磨碎面的摩擦产生热量，打漿时的温度会提高。漿料温度升高至60—70°或更高时，打漿時間得延長而同时減低了紙張强度。这可用随着温度升高纖維之膨潤遂減小的道理以解釋之。在打漿时可以防止漿料变热，例如以水冷却打漿设备机壳的中空壁層。

随着磨碎面相对运动速度的增加，被叩解的漿料纖維的水化作用也加强。然而这个問題尚有待于实验証明。

磨碎面的材料，影响纖維水化及帶化过程的强度。使用鋼刀打漿可以加强纖維的切断，青銅刀則促成漿料水化之加强，而玄武岩刀則大大地縮短了获取極粘狀打漿的过程。以玄武岩刀裝在底刀上而以鋼刀裝于輥上，則可以使漿料粘度增加的程度 ΔI 与纖維切断程度 Δl 之間得到最有利的比值—— $K = \frac{\Delta I}{\Delta l}$ 。

这样，在同样的工艺規程下，將由于各种纖維原料的化学成分及構造不同，打漿的結果也不相同。

打漿設備有間歇及連續作用的二种。但这种区分是有条件的，因为它只适用于單个設備。間歇作用的設備彼此互相串聯成一組时，也能变为連續作用。在各企業中見到大量各种式样的打漿設備，但在本書中仅研究其中的主要者：打漿机、精漿机（錐型、盤型、十字型）及水力碎漿机。

1. 打 漿 机

称为打漿机的叩解設備（圖1），系由漿槽1、刀輥2、底刀3、蓋板、放漿閥及清洗閥、沉砂溝、平衡機構4和傳動皮帶輪5所組成。打漿机的工作原理如下：將濃度3—7%的纖維悬浮物注滿漿槽；当刀輥轉动时，漿料被吸引于刀輥与底刀的刀片之間进行叩解并重新摔入槽中。在漿料未达到一定的打漿度前就一直这样地进行着。然后刀輥停止運轉，叩解好的漿料即自槽中放出，再注入新的漿料进行叩解。为了叩解纖維，

打漿機早於十七世紀就已發明了。雖然構造上個別部分甚至整個的打漿機都有了很大的改善，但其結構的基本原理仍迄今未變。目前打漿機在極大多數情況下採用間歇作用的設備。有時也將打漿機組成串聯的機組，成為整個的連續作用流程。晚近已出現了連續作用的打漿機的設計，可是還未獲得推廣。

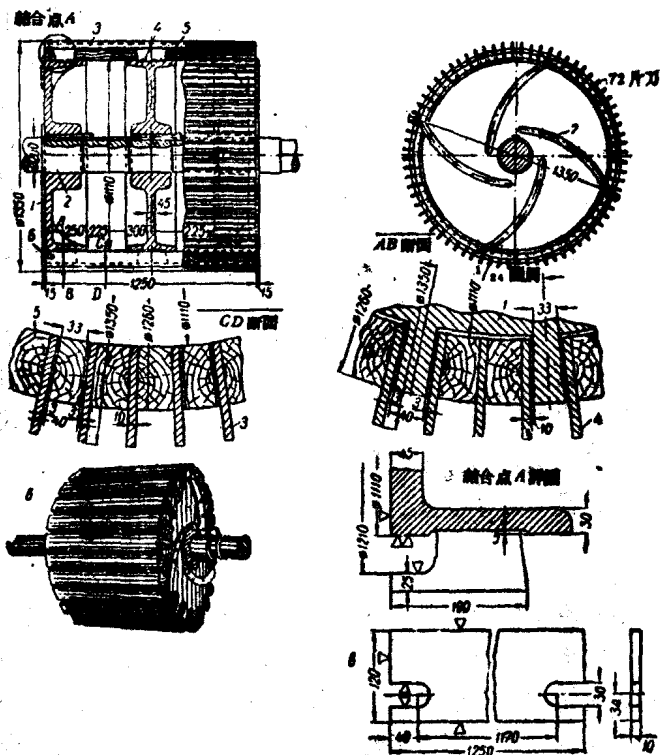


圖 2 打漿机刀輥的結構

α—組合式刀輓；1—端面圓盤；2—軸；3—刀片；4—中間圓盤；5—橡
木墊片；6—箍緊環圈；7—彎曲薄板；8—帶有玄武岩刀片的刀輓；9—鋼
刀的結構。

打漿機的刀輥（圖2）是由三個或四個套在軸2上的鑄鐵或鋼的圓盤所組成。盤上有加工成的凹槽，以裝置刀片。這樣的結構減輕了刀輥的重量，同時因為圓盤固定在鍵銷上面可以增加軸的直徑。

刀輥上刀片3是裝置于輥筒或圓盤1及4之凹槽內，並以橡木墊片5楔住。當刀片嵌入後，刀輥浸濕于水中時，墊木則膨脹而使刀片壓緊。此外，刀片被套在防止它沿着母綫移動的兩端環圈6上（和在中部圓盤4上）；墊片與刀片兩端在加熱狀態下被套上的環圈緊壓。

在刀輥的端壁裝有厚15—20毫米的彎曲薄板7，借此在運轉時可將充塞于刀輥與槽壁間的紙漿擠出。打漿機刀輥的軸在漿槽中以青銅的填料盒封閉裝置密封。

製造高級紙張時，刀輥兩端面鑲有銅的或其他防銹蝕材料的蓋板。

刀輥刀片由鋼、青銅或玄武岩石製成。採用6號鋼以及具有高度耐磨性並且在紙頁上不留有斑點的含錳或含鉻鎳的奧氏體的不銹鋼作為刀片的材料。製造粘狀打漿的高級紙張，以前是採用青銅的厚刀片，但現在已為玄武岩刀片所代替了。後者還消除了打漿時因沉落在漿料中而呈現的金屬雜質。玄武岩刀片寬度是100—120毫米。這些刀片裝置于生鐵刀輥上，並以水泥灌注。在刀片的工作面刻有寬為10—15毫米、深為15—20毫米的縱向凹槽。在刀片間則留有在刀輥轉動時帶動漿料的溝槽。

刀片的使用年限如下：鋼或青銅製成者為2—3年，由不銹鋼製成者為7—8年，由玄武岩製成者可達12年。

除了圓筒形刀輥以外，也採用錐形或盤形的旋轉裝置，其工作面（錐面或平面）上均裝有刀片。通常刀片在刀輥上都軸向排列，因為這樣配置便于安裝。以前，刀片對刀輥的母綫裝置成8—15°角度。如果刀片按旋轉方向往後傾斜，則漿料不易

被刀片帶动，并易于从刀槽中脫出，且摔过刀輥的漿料較少；当刀片向前傾斜时，漿料易被刀片帶动，但刀槽中漿料則难于傾尽，并且增加了摔过刀輥的漿料。此外，刀片向前傾斜排列使刀輥刀片間（刀槽中）的空气难以逸出。

也有人建議在刀輥上裝置人字形的刀片，但这种裝置过于复杂。虽然刀片的分組排列可加速漿料在打漿机中的循环，但現在刀片裝置常是等距离的。

刀片間的寬度影响漿料在打漿机中的循环：刀槽越寬則越易被漿料所充塞，循环也越加强。刀槽的深度不应太大，因为在刀槽中漿料并未被叩解。而当漿料在刀槽中自行旋轉时只会磨損刀面。經驗指出刀槽深度应为 20—25 毫米。通常刀片間刀槽的尺寸为：寬度 30—60 毫米而深度 40—45 毫米。新式打漿机刀輥的直徑与長度之比为 1:1.2。

打漿机的底刀是由每組 15—20 把刀片的一組或兩組刀片 3 所組成（圖 3）。每組中的刀片彼此以木板間隔并以螺栓紧系。刀片組裝置于一个或兩個生鉄的底刀匣中，并以木楔 2、4 楔牢。也有用鉛把刀片灌鑄于刀匣中的。有时青銅底刀是由整塊金屬上鉋削出刀片而制成的。裝有刀片的底刀匣裝置于生鉄的底刀壳 1 中，底刀壳砌在刀輥下的槽中。

以前，底刀的裝置使刀輥的垂直軸綫与第一組底刀垂直軸綫重合。在新式結構中，刀輥垂直軸綫通过底刀的第一把刀片的軸，有时底刀离垂直軸綫还要远些。在某些打漿机結構中，底刀的中心軸綫同刀輥水平軸的角度为 45—60°。近来更增加了底刀刀片数目并且加寬了底刀，刀数也达到 48 把。刀輥向底刀落刀时，刀輥与底刀之刀片間的縫隙并不全都一致，所以并非所有接触刀片的研磨面均承受同样强度的負荷。同时，底刀对被叩解的漿料的压力，自第一把刀片起至最后一把刀片是逐漸降低的。

底刀的刀片通常較刀輥刀片薄 2—3 毫米，而其材料也較

紧压。在这种情况下，在底刀的全長上刀輥与底刀刀片間的縫隙較为均匀。这时，增加底刀刀数能够对叩解更为有效。

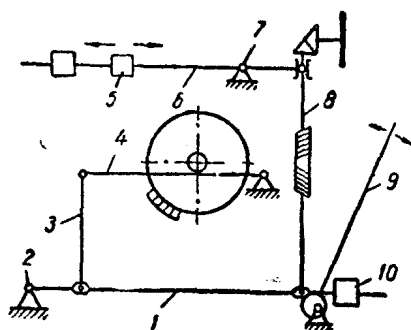


圖 4 打漿機新式衡重結構圖

1—槓桿；2—固定軸；3—拉桿；4—槓桿；
5—可移動的荷重；6—槓桿；7—支點；8—
拉桿；9—打漿機刀輥快速提升機構；10—
附加荷重。

刀輥的落刀及舉升裝置 為了打漿，刀輥与底刀的磨碎面必需接近，這將藉落刀裝置而實現。在打漿機結構中，通常是刀輥落向底刀。將刀輥軸承安裝在槓桿上，槓桿之一端可繞固定于機架上的軸而轉動，另一端則与落刀機構相連，操縱落刀機構即可落刀。

落刀裝置的結構必須保證在叩解纖維物質時能够得到一定的單位壓力。為此採用槓桿式衡重機構(圖4)。在槓桿6的自由端裝有可移動的一定量的荷重5。有時也採用可變的荷重，而槓桿自由端的位置則保持不變。前者較易保證掌握叩解過程，故已獲得推廣。

在舊式結構中，進行刀輥与底刀刀片間縫隙的調節時并未測定壓力的大小。當漿料通過縫隙時，縫隙愈小產生的壓力愈大。但其壓力無法測定。此外，壓力大小的變動亦取決于漿料通過刀輥与底刀刀片間的速度。在這種裝置下，叩解過程的控制僅藉听觉掌握，也就是在刀輥落刀時听其聲音而進行控制的。

為了要得到質量均匀的漿料，一組中每個打漿機以及每次向打漿機進漿，必需自叩解開始後在同樣的時間間隔下，重復進行同樣的落刀，使刀輥对底刀產生同樣的壓力。這種落刀的調節是由看管幾台打漿機的打漿工來進行的。他應該來得及在所有打漿機中同時進行同樣的叩解過程，否則整組每個打漿機中所能得到的將是質量与產量各不相同的漿料。

最近为了調整叩解过程，已提出如下的裝置。

1939年，在馬林造紙綜合工厂已进行在打漿机中使刀輥以同等程度落刀，在16—24小时中叩解極粘漿料的試驗获得成功。这个試驗是在打漿机落刀机构上裝置有制动垫圈，而于其下垫有每片厚为0.25毫米而总厚为1.5—2.5毫米的一套薄片。然后使刀輥落刀直至制动垫圈压住薄片时为止。在叩解过程中，經過一定的時間后取出一塊薄片并使刀輥落下一塊薄片的厚度。取出最后一塊薄片再經過2—4小时后叩解即告結束。

在康姆納尔造紙厂，自1951年起即根据Г. Т. 哥尔巴契夫

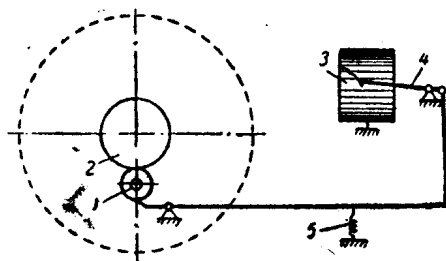


圖 5 人工落刀控制裝置圖

1—小輥；2—刀輥軸；3—記鼓筒；4—圓筆；5—彈簧。

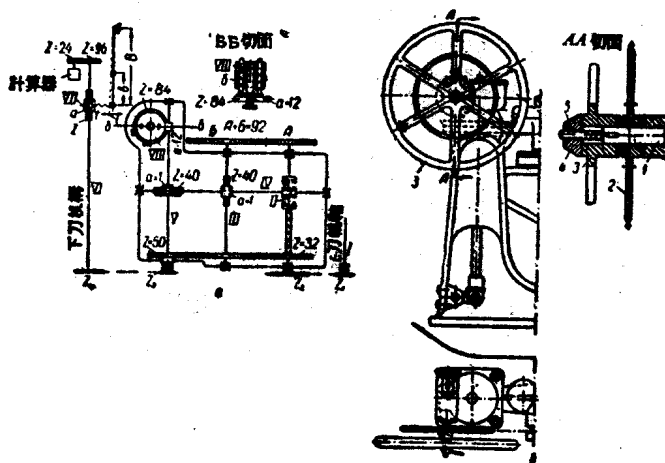


圖 6 中央造紙科学研究院烏克蘭分院的落刀机构調整器

а—运动系統圖，б—仪器的装备。1—蝸桿；2—鏈輪；3—操縱輪；4—螺帽；5—螺釘。

(Горбачев) 的建議採用了按圖解以人工來均等落刀的裝置(圖5)。附有圖表的記錄筒應于叩解過程中旋轉一周,刀輥的落刀應以人工進行,以使落刀機構的畫筆畫出的線條接近于圖表上原定的線條。

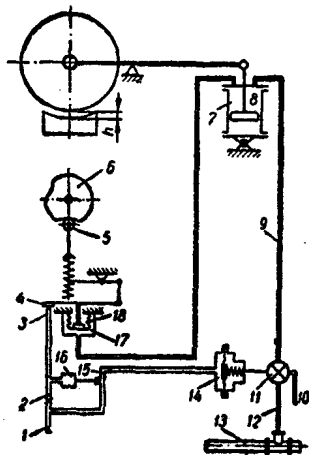


圖 7 哥尔巴契夫建議的刀輥向底刀落刀的水力万能儀器

1—導管; 2—節流閥; 3—噴嘴; 4—閘板; 5—小輥; 6—控制凸輪; 7—活塞筒; 8—活塞桿; 9—連接閥門與活塞筒的導管; 10—連接活塞筒與大氣的導管; 11—閥; 12—導管; 13—總管; 14—膜片室; 15—閥; 16—彈簧箱; 17—小室; 18—彈簧箱。

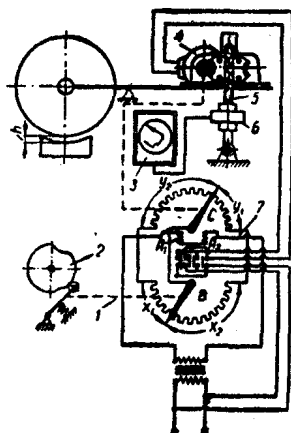


圖 8 打漿機刀輥自動落刀的電氣儀器

1—連接; 2—控制凸輪; 3—自動記錄壓力計; 4—電動機; 5—螺桿; 6—計數器; 7—電位計(B—調節的, C—平衡的)。

藉助於中央造紙科學研究院烏克蘭分院為馬林造紙廠所制的落刀調節器,使刀輥具有一定的落刀速度進行連續落刀的自動叩解已於1946年完滿地實現了。圖6表示了運動系統圖(圖6a)與儀器外形圖(圖6b)。儀器的機構是由打漿機刀輥軸藉鏈條傳動來帶動的。也同樣藉鏈條傳動由儀器的機構把運動傳給打漿機的落刀機構。落刀量的控制與上下位置的確定是藉裝置於落刀機構蝸桿上的轉數計算器來實現的。儀器的落刀速度是以變速用齒輪A和B的選擇來確定;而落刀的延續時間