

苏联化学工业部

橡胶工业科学研究所

研究报告 1954 年

第三集

(内部资料，注意保存)

化学工业出版社

苏联化学工业部

橡膠工业科学研究所报告汇编

第三集

化学工业部橡膠工业研究设计院 譯

化学工业出版社

МИНИСТЕРСТВО
ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
**ТРУДЫ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬНОГО
ИНСТИТУТА
РЕЗИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
СБОРНИК 3**
ГОСХИМИЗДАТ (МОСКВА—1956)

苏联化学工业部
橡胶工业科学研究所报告
第三集

化学工业部橡胶工业研究设计院 译
书号: (内) 208 定价: 0.70元

化学工业出版社 (北京安定门外和平北路) 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第002号

北京崇文印刷厂印刷 内部发行

1957年10月第1版

1957年10月第1次印刷

开本: 850×1165-1/32 字数: 120千字

印数: 4,000

印张: 3.875

目 录

1. 压延机速度的调整 (在电传动装置异步电动机转子电路中接入电阻) С.В. 登里弗列赫等 (1)
2. 橡胶金属活节多次变形时的生热 В.М. 哥列里克 (16)
3. 与橡胶结合的钢制附件在非氰酸盐电解液中的镀锌
..... Н.В. 斯捷班纽克 (28)
4. 提高合成橡胶胶料和胶浆的粘度 К.Ф. 卡普日尼娜等 (45)
5. 热反应树脂与合成橡胶相互作用的研究 И.А. 斯庫巴等 (53)
6. 膨胀硫化胶氧化裂解过程的物理化学基础 第一报 膨胀硫化胶中
生胶与溶剂的共轭氧化 Т.Г. 捷特捷娃等 (70)
7. 膨胀硫化胶氧化裂解过程的物理化学基础 第二报 阻化剂对膨胀
硫化胶氧化裂解的影响 А.С. 庫茲明斯基等 (82)
8. 生胶和硫化胶光老化的某些特征 А.Ю.С. 朱也夫等 (98)
9. 橡胶臭氧龟裂动力学的客观测定法 С.И. 帕拉維特尼柯娃等 (111)
10. 测定生胶及橡胶中铁、铜、锰和锌的极谱分析法
..... Р.М. 別里茨卡娅 (120)
11. 未硫化胶料中促进剂DM及促进剂M的光电比色测定
..... В.В. 斯帖帕諾夫 (133)

压延机速度的調整（在电傳动裝置异步电动机轉子电路中接入电阻）

技术科学副博士С.В. 盖里弗列赫 Н.М. 斯达洛夫

橡胶工业中有极大一部分压延机沒有調整裝置，因此，压延机調整或用它进行压延时都是用同样的速度。根据安全技术条件，調整速度应为 5 米/分^{1,2} 因而在大多数情况下表现为工作速度較慢。

造成这种不正常情况的主要原因是沒有简单的、易于掌握的以及保証两种速度的电力传动裝置。調整速度（5—7 米/分）与生产速度的关系，按各地的生产条件，工作速度应比調整速度大半倍、一倍或两倍^{1,2,4}。

目前采用的調整电力传动裝置，虽有許多优点，但要求有复杂的专门設備。工厂中須有直流电路、輔助生产場地及相当大的投資。因此，将这种电力传动裝置装于旧式构造的压延机上，特别是装在小規格的压延机上，在技术上和经济上均未必合算。

假如計算出調整压延机的必要時間（1—3 分）大約为压延机工作总時間的 7%*（系指无調整传动裝置的压延机），則用已知的調整方法，即将有效电阻接通轉子电路来調整帶綫卷型轉子的异步电动机的速度，能使压延机的生产能力增加半倍至两倍，而且还保証調整和压延操作都能安全进行。

采用这种方法无須很大的費用，也无須配备任何复杂的設備，所需重新裝配的設備，也可由各工厂的电器車間来进行裝配。

电动机的人工特性曲綫的計算法

我們不准备詳細論述速度調整法的理論基础，而只指出可用精

* 根据橡胶工业科学研究院設在“生胶”工厂中的自动裝置檢驗室获得的資料。

确的或近似的方法^{5,6} 計算有效电阻接入电动机轉子电路所获得的人工特性曲綫。这里应指出, 假如比較一下用精确方法及近似方法計算特性曲綫的結果, 那么, 在特性曲綫的工作部分, 这两方法之間的差別不超过 5%。

下面对这两种方法作簡要的介绍。

精 确 方 法

大家知道, 电动机轉矩 M 与轉子轉差率 S 之間最精确的关系可用下式来表示:

$$M = M_k \frac{S}{S_k} \frac{2 - q}{S + q} \quad (1)$$

式中: M_k — 临界力矩或逆轉力矩的数值。

q 及 S_k 可由下式得出:

$$q = \frac{2 I_{c.k.} r_c}{(1 + \tau) U_{\phi c}} \quad (2)$$

$$S_k = \frac{(1 + \tau_c) I_{c.k.} r'_p}{(1 + \tau_p) U_{\phi c}} \quad (3)$$

式中, $U_{\phi c}$ — 定子的相电压 (連接成星形时);

$I_{c.k.}$ — 定子电路中短路的理想电流;

r_c, r'_p — 定子和联定子之轉子的内效电阻;

τ_c, τ_p, τ — 定子及轉子綫圈的漏損系数及总数。

经过一些簡化后 (对計算的精确性沒有重大影响), S_k 和 q 可按下式計算:

$$S_k = \frac{\gamma'_p}{X_c + X'_p} \quad (4)$$

$$q = \frac{2 \gamma_c}{(1 + \tau)(X_c + X'_p)} \quad (5)$$

式中: X_c 和 X'_p 为定子和联定子之轉子的感应电阻。

功率为 22 至 125 仟瓦的电动机, q 的平均值为 0.3。

如将附加电阻接通轉子电路, 那么就必須以轉子电路总的有效

电阻化入公式 (4)，以代替轉子的內效电阻 γ_p

$$R_p = \gamma_p + \gamma_B \quad (6)$$

式中， γ_B 为轉子电路中，外（附加的）效电阻。

則
$$S_k = \frac{R'_p}{X_s + X'_p} \quad (7)$$

式 (4) 和式 (7) 相比，得出，

$$\frac{S_{kN}}{S_k} = \frac{R_p}{\gamma_p} \quad (8)$$

式中， S_{kN} ， S_{kN} ——自然及人工特性曲綫上的临界轉差率。

这种关系說明，任何一个人工特性曲綫上的轉差率比自然曲綫多好几倍，轉子电路的总有效电阻也就比轉子的內效电阻多好几倍。这是在等值的負荷力矩下进行的比較。

近似的方法

假如省略定子的有效电阻值，即对电动机容許有較大的功率，則得出，

$$M = M_k \frac{2}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S}} \quad (9)$$

若 $\frac{S}{S_k}$ 的比值不大，省去这个比值，則式 (9) 可为，

$$M = \frac{2M_k}{S_k} S \quad (10)$$

根据式 (10) 可作出电动机自然特性曲綫的工作部分。

在接通轉子电路的不同的外电阻下，異步电动机的机械特性曲綫如图 1，

曲綫 1 符合于电动机的自然特性曲綫 ($\gamma_B = 0$)。机械特性曲綫 (曲綫 2、3、4) 是在轉子电路不同外电阻下作出的，此时

$$R_{p1} < R_{p2} < R_{p3} < R_{p4}$$

如果在这个曲綫图上作一根改变靜力矩的曲綫 5，則外电阻的各个数值可求出电动机符合該靜力矩的轉速。

假如擦胶或压片时,为了简化起见,可在变速下把压延机的静力矩当作一个固定的数值*。因此,在图1上将静力矩作出一根平行于横坐标的直线(曲线5)。

压片及擦胶时,只有关系性质 ($M = \text{const}$) 是固定的,而静力矩纵坐标值都是随压延机所做的功而有所不同。

电动机转差率及速度与电阻数值和轴上负荷力矩的关系可由下式得出:

$$\frac{R_p}{R_{PH}} = \frac{M_H S}{M}$$

或

$$R_p = R_{PH} \frac{M_H S}{M} \quad (11)$$

式中: R_p ——转子电路的有效电阻;
 R_{PH} ——转子电路的额定电阻;
 M ——等于静力矩的电动机转矩 ($M = M_0$);

M_H ——电动机的额定转矩;

S ——转子的转差率。

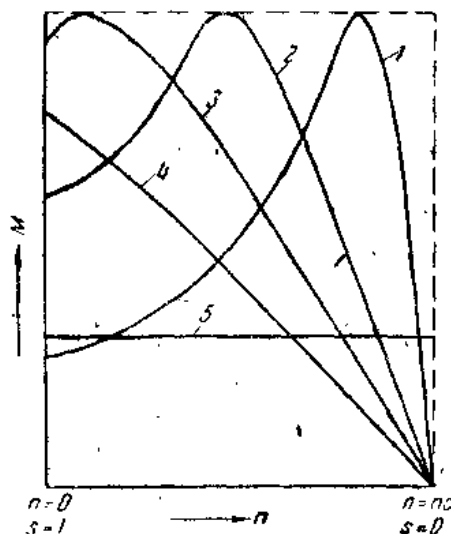


图1 带有接触环的异步电动机在接通转子电路的不同外电阻下的机械特性曲线,

1— R_{p1} 时电动机的自然特性曲线; 2、3、4—在 R_{p2} 、 R_{p3} 、 R_{p4} 时相应的人工特性曲线; 5—接电动机轴静力矩的变化:

当电动机静力矩及额定力矩 $M_0 = M_H$ 相等时, 式 (11) 就更简化了。

这时

$$R_p = R_{PH} S \quad (12)$$

* 根据我们的实验资料, 在压片时事实上静力矩与速度的关系具有双曲线的性质。此时, 随速度的增加, 静力矩呈渐近线接近极限。当压片速度为 15 米/分时, 实际上可认为是固定的。

因而轉差率與轉子 R_p 的有效電阻成正比的关系。

由此，利用式(12)可容易地測出為獲得轉差率及速度的規定數值所必要的轉子電路的有效電阻。

假如靜力矩的數值 $M_c \neq M_H$ ，那麼， R_p 可按式(11)的 $\frac{M_H}{M}$ 比值計算出來。

調整速度的容許極限

選擇調整速度的極限時應考慮到，速度調整的範圍大於1:4時，電動機的機械特性曲線會逐漸變成不能容許的“柔和性”^{6,8}。這時，很小的負荷變化即能引起速度的急劇降低，或甚至引起電動機“逆轉”（停車）。

在壓延機開動時，特性曲線上表現出的《柔和性》特別顯著。壓延機無負荷（無膠料及布料）開動時，即使——轉子電路有很大的外電阻，也不必耽心電動機會“逆轉”，因為空轉時壓延機的靜力矩很小。當開始裝入膠料時，電動機可能有出現“逆轉”的危險，因為壓延機電阻的靜力矩在這時有急劇的增長，而電動機的轉矩在轉子電路的同一外電阻下卻表現為很不足。

在壓延機進行裝料、而轉子電路的外電阻很大時，電動機最大的轉矩往往小於起動轉矩，也小於起動時壓延機的靜力矩。這時，電動機便“不能起動”，即不能開動壓延機。

事實上，用這種調整方法，速度範圍不應選擇大於1比3。因此，調整速度採用5—7米/分，以它作為調整時最小的速度，就能獲得相當於工作速度15—21米/分的調整極限。

速度變化與負荷的關係

異步電動機軸上負荷的改變經常引起速度的某些變化。圖1上的曲線1相當於電動機的自然特性曲線，當 R_{p1} 只與轉子的本身內效電阻相等時，可以看出，負荷由 $M=0$ 變為 $M=M_H$ 時，轉速也略有降低（大約降低4%），相當於一般用於傳動壓延機的電動機轉子標準轉差率的數值。

隨 R_p 的增加（靠接通附加外有效電阻），人工特性曲線（曲線

2、3、4) 工作部分的傾斜度也逐漸增大。結果, 負荷變化對速度的影響急劇增長。例如, 曲線 3 上的負荷由 $M=0$ 變為 $M=M_H$ 時, 其速度的變化約為 25%。

圖 1 中還能看出, 在同一轉子電路的有效電阻下, 在特性曲線的工作部分極限內轉速隨負荷的增加而降低 (大致按直線關係變化)。

為了說明起見, 必須較詳盡地闡明異步電動機這種不良性能對傳動裝置工作的影響。

為了使壓延機能安全地調整和裝料需要有較低的速度, 即要求在起動電動機時將外電阻接通其轉子電路。該電阻數值的選擇應使之在調整壓延機時所產生的負荷下, 運動速度與需要的調整速度相符合。壓延機空轉時, 即膠料裝入裝料設備前, 電動機轉動的速度總是比需要的調整速度大一些, 但不能是特別危險的速度, 因為調整壓延機和遞入布料, 即那些需要較低速度的工序總是在加入膠料以後進行的。如實驗所證明, 當膠料加入壓延機後, 由調整壓延機和遞布所引起的負荷變化對速度的影響不大。這樣, 無論是壓片或擦膠, 調整和進料, 實際上總是在容許的調整速度下進行的。在工作速度下, 壓延機上的電動機具有自然特性曲線, 因此, 在這種情況下改變負荷, 實際上並不影響電動機的速度。此外, 壓延機進行調整時, 其負荷一般變化不大。事實上, 在同一速度及正常的工作條件下壓延機電阻的靜力矩是取決於膠料的物理機械性能、檔板之間的距離、壓延膠片的厚度及布料的寬度等。所有這些因素在調整壓延機的过程中實際上是會不變動的, 因而壓延機的工作負荷也不致引起變化。

為了最完整地說明壓延機工作時負荷的變化情況, 必須簡述下列現象。壓延機工作時, 在各種不同原因的影響下 (傳動軸或傳動軸的擺動、軸承的間隙、膠料溫度的波動不均及布料張力的變化等等), 使負荷受著連續的短時間的波動, 從而引起負荷有連續的非周期性的波動, 其波動範圍與速度有很大的關係。

圖 2 為自動記錄電力計測出的用四種速度進行壓延所需功率的曲線。雖然, 這些波動的數值頗大, 特別是在很大的速度時更大,

但它們对工作速度，尤其是对調整速度的影响不大（由于压延机的慣性），因而无需考虑。

图2 三相电力計記下的压延机消耗功率的图表（同样胶片用四种不同的速度进行压片）。

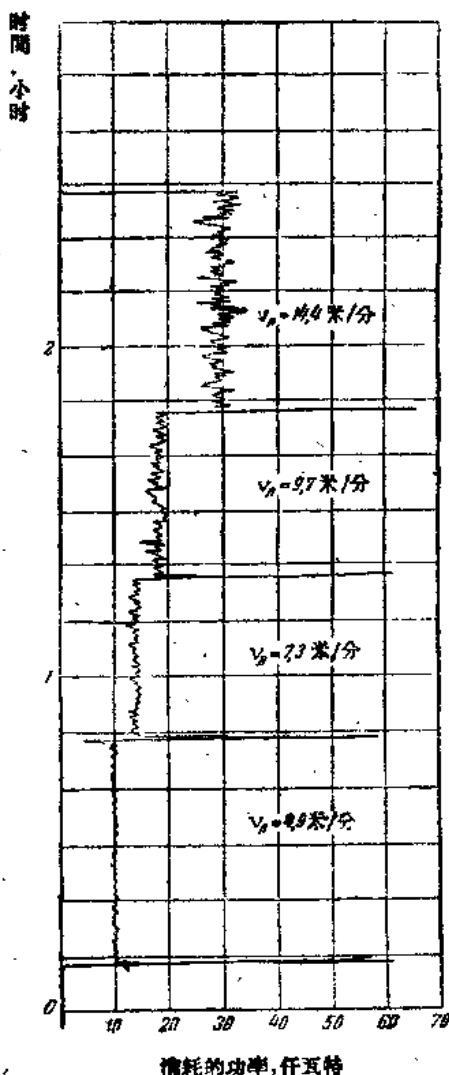
电阻計算实例

計算調整变阻器的电阻与計算起動变阻器的电阻是相类似的，由于在选择主要計算公式时定出了一些假設条件，所以这种計算并不复杂。

上述靜力矩或电动机軸的負荷力矩是可变的，而且在很大程度上是取决于压延机工作性質、加工材料的种类及制品的規格等。因此，电动机的功率应根据压延机的最大負荷来选择。同时，在較小的負荷下，电动机軸上的負荷力矩要小于額定轉矩。

既然这些偏差在事实上彼此可以具有完全不同的数值，因此，有必要根据压延机个别偶然的負荷来計算电阻。在这里所談到的計算是假設压延机的靜力矩或負荷力矩等于电动机的額定力矩。

調整速度較精确的理想值由实验确定。为此，在采用传动装置时，貯备的标准电阻应比額定的多20—30%。



电阻可根据产品的說明書和資料索引目录进行計算，如沒有这些資料（旧式結構的或国外进口的电动机）时，可以用直接测量的方法来計算。

下面举例的是“生胶”工厂装在13号擦胶压延机上传动电动机的电阻計算法。根据計算，电动机上所装的电阻能保証調整速度。电力传动裝置簡图如图3。

电动机的电刷裝置用安裝輔助电刷来加强（每环三个电刷）。

实验和长时期的使用改装的传动裝置証明，压延机电动机能安全而有效地工作。

按装之电动机的說明資料如下：

型号：A MC—1151—6 №261815。

定子： Δ/λ —220/380伏特；250/145安培；

$P=75$ 仟瓦； $n=975$ 轉/分； $\eta=89.2\%$ ，

$\cos \varphi = 0.87$ ； $\frac{M_K}{M_H} = 2$

轉子： $U_{PH}=195$ 伏特； $I_{PH}=250$ 安培；

ГОСТ B—1042—41。

1. 計算額定轉差率 S_H 的值，利用已知比例式：

$$S_H = \frac{n_0 - n_H}{n_0}$$

式中： n_0 及 n_H —电动机每分鐘的同步轉數及額定轉數。

以数值代入上式，則得：

$$S_H = \frac{1000 - 975}{1000} = 0.025$$

2. 由式（9）計算在自然特性曲綫时的临界轉差率 S_K ，

$$M = M_K \cdot \frac{S^2}{\frac{S}{S_K} + \frac{S_H}{S}}$$

因 $M=M_H$ ， $\frac{M_K}{M_H} = 2$ ， $S=S_H=0.025$ ，以 M_H 除上式并代入

数值，則得：

$$1=2 \frac{2}{\frac{0.025}{S_K} + \frac{S_K}{0.025}}$$

故 $S_K=0.095$ 。

求出 S_K 值，可根据轉差率求出电动机轉矩对額定轉矩的比值：

$$\frac{M}{M_n} = M_n = 2 \frac{2}{\frac{S}{0.095} + \frac{0.095}{S}}$$

这样，就可繪出电动机的自然特性曲綫。

3. 若按式 (8) 导出下列比值，則容易确定人工特性曲綫：

$$\frac{S_n}{S_e} = \frac{R_p^n}{\gamma_p^n} \quad (13)$$

式中： S_n ——人工特性曲綫的轉差率；

S_e ——自然特性曲綫的轉差率；

$$R_p^n = \frac{R_P}{R_{P1}}; \quad \gamma_p^n = \frac{\gamma_P}{\gamma_{PH}}。$$

根据式 (11)，以轉子額定电阻表示的轉子内电阻。实际上可能完全精确地等于額定轉差率：

$$\gamma_p^n = S = 0.025$$

同时，根据式 (13) 計算出轉子电路的总电阻为：

$$R_p^n = S_e \quad (14)$$

4. 計算轉子电路外电阻的值，应将电阻接通以得到轉差率 $S_n = 0.7$ 。根据式 (14)，总电阻則相当于：

$$R_p^n = 0.5 \text{ 及 } R_p^n = 0.7$$

其相应的外电阻为： $\gamma_B^n = 0.5 - 0.025 = 0.475$ 及 $\gamma_B^n = 0.7 - 0.025 = 0.675$ 。

欲求出以欧姆計算的电阻，必須根据公式找出轉子的額定电阻

值:

$$R_{PH} = \frac{E_{PH}}{\sqrt{3} I_{PH}}$$

式中: R_{PH} —轉子的額定相电阻 (欧姆),

E_H —固定轉子的末端电压 (伏特),

I_{PH} —轉子的額定电流强度 (安培)。

在上述情况下:

$$R_{PH} = \frac{195}{1.37 \times 250} = 0.452 \text{ 欧姆}$$

故外电阻如下:

$$\text{当 } S_H = 0.5 \text{ 时, } \gamma_B = R_{PH} \cdot \gamma_B^H = 0.452 \times 0.475 = 0.215 \text{ 欧姆}$$

$$S_H = 0.7 \text{ 时, } \gamma_B = R_{PH}, \gamma_B^H = 0.452 \cdot 0.675 = 0.306 \text{ 欧姆}$$

可用类似的方法計算額定轉速在 3 % 的範圍內任一速度的电阻 (即任何繞組式轉子电动机上的电阻)。

标准电阻类型的選擇

选择調整用电阻与选择起動变阻器的电阻不同, 应特别注意电阻的使用条件, 須选择适合長時間閉合的电阻 (工作时期— t_P , 停息时期— tn)。

$\frac{t_P}{t_P + tn}$ 值用 ΠP 表示。式中: $t_P + tn$ 为循环时间, ΠP 为工作

时期的相对时间, 一般以百分率来表示。

通常, 电阻的使用条件如下:

- (1) 長時間使用;
- (2) 短時間使用;
- (3) 短時間重复使用;
- (4) 間歇使用。

在上述情况下已发现短時間重复使用条件的特征是工作时期与

停止时期互相更替，而且在完成任一工作阶段时都未达到规定的电阻温度。

停止时，电流不通过电阻。因此电阻中的储热量减少，电阻温度也随着降低。

标准电阻是根据通过电阻的电流强度及 ΠP 的数值来选择的。 ΠP 越小，通过该电阻的电流就愈多。这样，可以选用外形尺寸较小的电阻，成本也低。

“生胶”工厂的13号压延机在工作时，电阻接通的时间 t_D 是在40至180秒之间，平均为73秒。这个时间与短时间重复使用条件的标准值比较起来，更符合于较长的 ΠP 。

鉴于这种原因，还须考虑到，根据橡胶杂品工厂的工艺要求。有时需要在较低的速度下进行工作，所以最好根据电阻长时间使用条件的计算来选择调整电阻。可是，压延机长时间在较低的调整速度下工作很不经济，只有在特殊情况下才允许采用低速操作。

試驗裝置的簡述

所談到的电力传动装置是安装在“生胶”工厂的擦胶压延机№13上的。

根据资料，在该压延机进行大修理时，曾经安装带有 AMC-115—6 型繞組式轉子的異步电动机。采用调整速度时，传动装置的启动、停止及工作都是自动化进行。

为此，曾经利用 CИП6702-69132 型的磁控場，将附加接触器（П）接通，在接触器开动以前，操縱电路是断开的（图3）。接通附加接触器才可进行下列工序。

1. 按“起动”电鈕，电动机以调整速度（即在接通轉子电路的全部附加电阻下）开动起来。

2. 按“工作”电鈕时，接触器 П 开始工作，因此。操縱电路产生电压，电动机便开始正常轉动。这时，利用定时繼电器及加速接触器来保证均匀地提高速度，加速接触器可在规定的顺序内使各级电阻短路。

3. 为了保证压延机在工作时的速度轉变为调整速度，接触器 П

电路中应安有标准关闭电钮。按该电钮时，接触器J的线圈断开，操纵电路中标准关闭接头断开。因此，全部加速接触器的线圈被切断，并且在电阻回路中切断了接头。因而，使全部电阻接通转子电路。这时电动机以调整速度来进行工作。当按“工作”电钮时，又

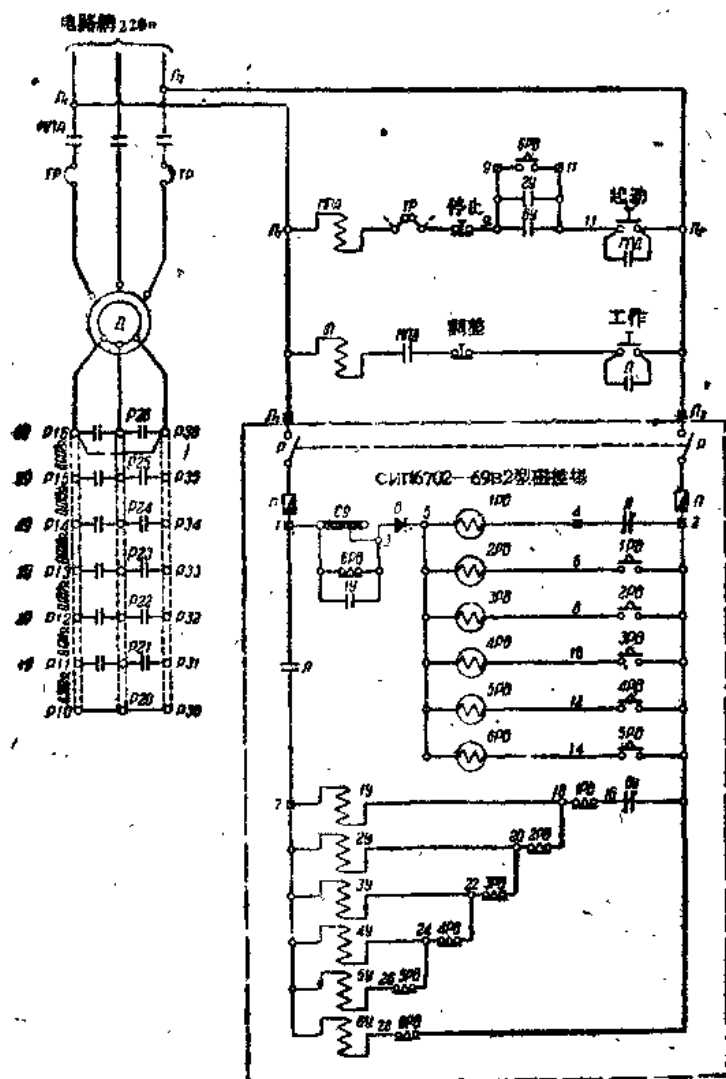


图3 “生胶”厂压延机№13上所采用的带有接触环(75瓦特, 975转/分)的异步电动机两级调整的线路图

可还原为工作速度。

事实上(安装时), 接通轉子电路的电阻, 其数值都列在图 3 的綫路图上。

在試驗的过程中必須使最末一級短路閉合, 而这样的外电阻等于 0.232 欧姆。用这种电阻时, 受負荷影响的調整速度减小至額定速度的 50%。电动机就是以这种調整速度運轉。根据目前情况, 要使調整速度减小至額定速度的 3%, 必須接入 0.174 欧姆的附加电阻。我們試驗的目的除了檢驗該传动裝置的工作能力外, 同时也为了說明使用它的經濟价值。

使用上述传动裝置的經濟价值, 可由接通电阻时(即調整速度), 传动裝置的相对工作時間来表示。根据这个時間可計算被接通的电阻所消耗的电能。电阻中功率的損耗值与速度的降低成正比。例如, 当速度減至 70% 时, 通入电动机的总电能中約有 70% 消耗在变阻器的加热上。

为了測定压延机以調整速度进行工作的時間, 在各种材料加工时, 我們曾用自动記錄伏特計測定了時間。

有两种測量电压极限的自記伏特計(达 300 伏特及 450 伏特)記錄同一电压: 压延机以工作速度工作时达 300 伏特极限內的 220 伏特; 以調整速度工作时达 450 伏特极限內的 220 伏特。伏特計測量极限是用中間繼电器带一个測量极限达 300 伏特的正常开動接触器和一个測量极限达 450 伏特的正常关闭接触器来进行換物。中間繼电器的綫圈在正常开動接触器接通操縱电路后联接綫路(见图 3)。这样, 就能精确而显明的将压延机各种速度的工作時間記錄在自記伏特計的紙带上。图 4 是一部分帶有上述記錄的紙帶。

自动化測定時間进行了 49.8 小时, 在該期間內电阻接通 181 次(用較低的速度)。带接通电阻的电动机的工作总時間等于 3.66 小时。平均的接通時間为 73 秒。在試驗時間內, 压延机以工作速度进行工作 46.14 小时。

要判断传动裝置工作的經濟价值, 必須掌握带接通电阻的电动机的相对工作時間。根据試驗, 这个数值等于。