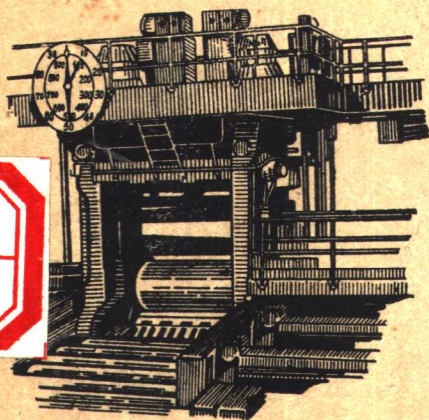


轧钢文集

第三辑



冶金工业出版社

33-5

2-1

軋 鋼 文 集

第 三 輯

冶 金 工 業 出 版 社

軋鋼文集（第三輯）

— * —

冶金工业出版社出版（北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版及营业许可证出字第093号

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

— * —

1959年9月第一版

1959年9月北京第一次印刷

印数 2 010 册

开本860×1168·1/32·93,000字·印张3 $\frac{20}{32}$

— * —

统一书号：15062·1830

定 价： 0.49 元

分類	TG 33-5/2(3)-1
總號	12420

出版者的話

根据冶金工业发展的新情况，綜合性的“鋼鉄譯丛”已从1959年起停刊，为了滿足讀者需要和更有系統地介紹國內外先进科学技術資料以便更好地促进我国冶金工业的发展，我們决定自1959年起按专业陸續出版专业性文集。

“軋鋼文集”第3輯共收集了9篇文章，包括軋制力計算和軋輥制造两个內容，其中第1篇和第2篇是苏联两位著名的軋鋼专家 Ю. М. 齐西科夫和 А. И. 采利柯夫关于“金属对軋輥压力的計算”的爭論意見，对我国軋鋼工作者頗有参考价值，其他如行星軋机的計算和提高軋輥寿命的先进方法和經驗也是很好的参考資料。

目 录

关于金属对轧辊压力的计算.....	1
縱轧时金属对轧辊压力的理論現况.....	17
在初轧机上轧制时潛在摩擦力的利用.....	37
行星轧机的計算基础.....	49

* * *

*

合金鋼鑄鋼軋軑的制造方法.....	66
利用补充回火提高淬火鋼軋軑的寿命.....	81
在涂有涂料的金属鑄型中浇鑄冷硬表面軋軑.....	90
自动堆焊鋼板軋軑的經驗.....	96
利用滾压法提高軋軑寿命.....	102

关于金屬对軋輥压力的計算

(供大家討論)

目前，實質上沒有正确的計算軋鋼时变形抗力的解析公式，广大軋鋼研究工作者不得已只能仔細研究近年来积累起来的經驗資料，对于不同情况拟定相应的計算公式，使其十分接近于直接测量的結果。

技術科学副博士 IO.M. 齐西科夫

(中央黑色冶金科学研究所)

在掌握新牌号鋼材及合金和新品种型鋼的軋制技术时，对現有軋鋼机的工艺过程进行改变时，在設計新軋鋼机时，为了加强初軋机、鋼板軋机及其他軋机的工作，必須知道金屬施于軋輥上的压力究竟多大和旋轉力矩之值。

因此，軋鋼工作者一直在研究軋鋼时变形抗力的規律性，十分注意确定金屬对軋輥的压力的各种解析方法。

用解析法确定作用力指数对实际工作极为重要，尽管这样，这一問題的发展在目前尚有停滯現象。現有的方法和公式在很大程度上并不能反映軋鋼的真實規律，解析計算的結果同实际数据不能很好相符。

于是，在各种情况下不得不分別进行复杂的研究工作，用仪器来測量軋制时实际上所产生的作用力。

一部份軋鋼工作者深信某些有名的計算公式适用，这一点也促进了上述情况。

为了确定金屬对軋輥的单位压力 p (由此可求总压力 P)，不同作者提出了为数众多的公式；在它們之中，一般推荐：

a) 艾凱隆特公式 [1] :

$$p = n_{\sigma} n_v k, \quad (1)$$

$$\text{式中 } n_{\sigma} = 1 + \frac{1.6\mu\sqrt{\Delta h r} - 1.2\Delta h}{11 + h}; \quad (2)$$

$$n_v = 1 + \frac{2\eta \cdot \sqrt{\frac{\Delta h}{r}}}{k(11 + h)}; \quad (3)$$

$$k = (14 - 0.01t)(1.4 + C + Mn + 0.3Cr) \text{公斤/公厘}^2; \quad (4)$$

$$\eta = 0.01 (14 - 0.01t) n; \quad (5)$$

μ —摩擦系数;

б) A. И. 采利柯夫公式 [2] :

$$p = n_{\sigma} k, \quad (6)$$

$$\text{式中 } n_{\sigma} = \frac{2(1-u)}{q(\delta-1)} \left(\frac{h_H}{h} \right) \left[\left(\frac{h_H}{h} \right)^{\delta} - 1 \right] k; \quad (7)$$

$$\frac{h_H}{h} = \left\{ 1 + \frac{\sqrt{1 + (\delta^2 - 1) \left(\frac{11}{h} \right)^{\delta}}}{\delta + 1} \right\}^{\frac{1}{\delta}}; \quad (8)$$

$$\delta = \mu \sqrt{\frac{2d}{\Delta h}}; \quad (9)$$

$$k = 1.15 n_v n_H \sigma_s; \quad (10)$$

σ_s —抗拉屈服点, 公斤/公厘²。

热轧时按 A. И. 采利柯夫公式 n_v 与 n_H 等于 1。

該二公式中的系数 n_{σ} 都是估計应力状态的影响的, 而系数 n_v 則估計变形速度对于金屬施于輥上的压力的影响。

系数 k 符合金屬在单向应力状态下的屈服点。

由于解析法对于輥上作用力的确定具有很大实际意义, 我們在本文中针对艾凱隆特公式及 A. И. 采利柯夫公式在这方面的适用性作了估价。

在初軋机及鋼板軋机上軋制时, 根据这二公式我們計算了单位压力。計算条件及結果列于表 1 及表 2 中, 除了 p 及 P 之值以外, 还按公式 (1) 与 (6) 計算了 k 及系数 n_{σ} 与 n_v 之值。

表 1 及表 2 中的数据說明：艾凱隆特公式对于初軋机上的軋制条件只能在很小程度上考虑应力状态的影响，因为系数 n_0 仅仅在 1.036 至 1.159 的范围内变动。

如果考虑到在初軋机上軋制时变形速度的影响是极小的話 ($n_v = 1.0011 - 1.0152$)，那么艾凱隆特公式可以下式表示之：

$$p = (1.04 \sim 1.17) k \quad (11)$$

或者 $p = (1.04 \sim 1.17)(14 \sim 0.01t)(1.4 + C + Mn + 0.3Cr)$ (12)

在同样条件下，A.И. 采利柯夫公式中的系数 n_0 实际上与艾凱隆特公式相同，它等于 1.02~1.23；只是在不同于表 1 及表 2 中的鋼錠尺寸与压下量时，它才稍起变化。所以，A.И. 采利柯夫公式可以这样表示：

$$p = (1.02 \sim 1.23) 1.15\sigma_s \quad (13)$$

由此可见，对于初軋机上的軋制条件，二个公式实际上都没有考虑到应力状态对变形抗力的影响。

表 1 及表 2 中的計算正是指初軋机的一般軋制条件而言（鋼錠截面为 705×705 公厘，大鋼坯截面为 190×220 公厘）。这使我們有理由認為，这二公式不适用于計算金屬在初軋机上軋制时施于軋輥的压力。

但是計算时常常采用公式 (1)，因为 (4) 式所决定的 K 值在一定程度上符合实际情况。

譬如，从表 1 中可以看出，按艾凱隆特公式系数 k 从 8.6 变化至 10.5 公斤/公厘²，而金屬对軋輥的压力由 1125 变化至 486 吨。虽然这些粗糙的經驗数值并不反映真实情况，但它們仍然是可以被接受的，因为其值很高；与此同时，按公式 (6) 計算出的值就很低（在本例中为 324~145 吨）。

(4) 式中余因子 $a = 14 \sim 0.01t$ 是估計溫度影响的，但它不符合屈服点或极限强度在单向应力状态下与溫度的真正关系 (图 1)。

等式 $b = 1.4 + C + Mn + 0.3Cr$ 用来估計鋼材成分对 K 值的影

表 1

軋制 11×15 鋼时的变形抗力和金属对初轧机轧辊的压力〔按艾
凱隆特公式 (簡称 Θ) 与采利柯夫公式 (簡称 Π) 計算〕

道 次 号	H 公 厘	h 公 厘	B 公 厘	Δh 公 厘	$\frac{\Delta h}{H}$ %	t °C	n_v 按艾 凱 隆 特 公 式	n_s 按公式		k, 公斤/公 厘 ² 按公 式		变形抗力 P 公斤/公厘 ² 按公式		轧辊所受 压力 P, 吨。按公 式	
								Θ	Π	Θ	Π	Θ	Π	Θ	Π
1	705	630	705	75	10.6	1130	1.0011	1.036	1.02	8.60	2.45	8.95	2.50	1125	313
2	630	570	705	60	9.5	1125	1.0022	1.044	1.13	8.76	2.52	9.16	2.86	1035	324
3	705	645	570	60	8.5	1120	1.0011	1.010	1.03	8.90	2.60	9.30	2.75	847	251
4	645	585	575	60	9.3	1115	1.0022	1.014	1.04	9.06	2.63	9.46	2.74	866	252
5	585	515	580	60	10.3	1110	1.0021	1.049	1.05	9.22	2.68	9.76	2.82	903	260
6	515	470	585	55	10.5	1106	1.0021	1.056	1.03	9.35	2.73	9.90	2.81	883	251
7	585	520	470	65	11.1	1102	1.0031	1.019	1.04	9.46	2.76	9.95	2.87	783	225
8	510	455	475	65	12.5	1098	1.0052	1.057	1.08	9.55	2.82	10.12	3.05	805	242
9	455	385	485	70	15.4	1094	1.0041	1.063	1.06	9.71	2.84	10.40	3.00	876	254
10	385	310	495	65	16.9	1090	1.0050	1.080	1.07	9.83	2.90	10.65	3.10	885	257
11	505	440	320	65	12.9	1087	1.0050	1.063	1.08	9.85	2.90	10.55	3.13	605	180
12	440	370	320	70	15.9	1084	1.0059	1.079	1.12	10.05	2.93	10.80	3.26	666	199
13	370	300	340	70	18.9	1081	1.0038	1.097	1.23	10.15	2.94	11.10	3.60	705	226
14	300	235	350	65	21.7	1078	1.0018	1.124	1.18	10.22	2.97	11.60	3.50	725	218
15	360	285	235	75	20.8	1076	1.0097	1.107	1.12	10.30	3.00	11.50	3.36	536	157
16	285	215	245	70	24.6	1073	1.0115	1.141	1.17	10.40	3.05	12.05	3.55	565	167
17	255	190	215	65	25.5	1070	1.0152	1.159	1.21	10.50	3.05	12.40	3.69	483	145

响；例如，鋼中含碳量由 0.1 增至 0.9，則系数 b 由 1.8 增至 2.6 (增为 1.45 倍)，而 k (随之有 p) 在 1100° 时由 5.4 增至 7.85 公斤/公厘²。这是完全不符合实际的 (已經知道， y_9 鋼在高温下比鋼 Cr 1 具有更小的变形抗力〔3〕)。

由此可見，按 (4) 式所得之值仅仅符合試驗中的某些个别条件，它不能成为适合于所有情况的一般公式。

在三輥式鋼板軋机 750/570/750 上軋制时，系数 n_s 按艾凱隆特公式从 1.039 变化到 1.16 (表 2)，而按采利柯夫公式則由 1.01 到 1.14。

由于艾凱隆特公式中的系数 n_v 只在 1.007 至 1.0304 (注) 的范围内变动, 則对于三輓式鋼板軋机的軋制条件來說, 公式 (11) 及 (13) 可改为下式:

$$p = (1.04 \sim 1.17) k \quad (14)$$

$$\text{及 } p = (1.01 \sim 1.14) k \quad (15)$$

式中 k 在第一种情况下由 (4) 式决定; 在第二种情况下按公式 (10) $k = 1.15 \sigma_s$ 。

因此, 即使在三輓式鋼板軋机上軋制 (鋼板高度由 290 公厘減小到 68 公厘), 二个公式一尤如在初軋机上一实質上都没有考虑到应力状态对变形抗力的影响。

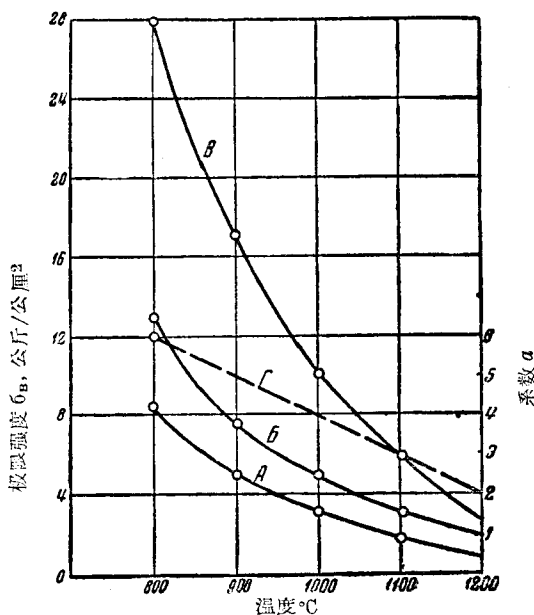


图 1 根据經驗資料鋼的抗拉强度极限与溫度的变化关系
(A—Cr. 1 鋼的軋制情形; B—高速鋼 P 18; B—Ж 4 鋼), Γ 是按 $\alpha = 14 - 0.01 t$ 式作的

(注) 应为 1.0333, 請看表 2 中第 9 道——譯者。

軋制 Cr. 3 鋼时的变形抗力和金属对軋輥的压力

道 次 号	H 公 厘	h 公 厘	B ₁ 公 厘	Δh 公 厘	$\frac{\Delta h}{H}$ %	t °C	n _b 按艾凱隆 特 公 式
-------------	-------------	-------------	--------------------------	--------------	---------------------------	---------	---------------------------------

在三軋式鋼板軋机 750/570/750

1	290	280	545	10	3.45	1160	1.0070
2	280	260	576	20	7.14	1160	1.0110
3	260	241	610	19	7.31	1158	1.0125
4	241	222	650	19	7.89	1155	1.0124
5	222	203	696	19	8.56	1151	1.0140
6	203	184	1100	19	9.36	1148	1.0155
7	184	165		19	10.32	1144	1.0187
8	165	148		17	10.30	1140	1.0217
9	148	132		16	10.81	1135	1.0333
10	132	117.5		14.5	10.99	1131	1.0194
11	117.5	104		13.5	11.49	1125	1.0267
12	104	92		12	11.54	1113	1.0257
13	92	81		11	11.95	1103	1.0266
14	81	71	1800	10	12.35	1088	1.0304
15	71	68	1800	3	4.23	1080	1.0182

在四軋式軋机 1100/740/740/1100

1	68	53	1800	15	22.1	1030	1.036
2	53	40		13	24.5	1035	1.032
3	40	30		10	25.0	1040	1.035
4	30	22		8	26.7	1025	1.086
5	22	16		6	27.3	1005	1.101
6	16	12		4	25.0	990	1.125
7	12	9		3	25.0	930	1.152

表 2

〔按艾凱隆特公式 (Э) 与采利柯夫公式 (И) 計算〕

n _σ 按 公 式		k, 公斤/公厘 ² 按 公 式		变形抗力 p 公斤/公厘 ² 按 公 式		軋輥所受压 力 P, 吨 按 公 式	
Э	И	Э	И	Э	И	Э	И

公厘上軋制

1.039	1.01	5.56	2.51	5.82	2.54	180	79
1.045	1.02	5.52	2.5	5.83	2.62	255	115
1.049	1.02	5.57	2.72	5.92	2.67	268	120
1.053	1.09	5.63	2.63	6.00	2.87	286	137
1.059	1.03	5.73	2.64	6.15	2.71	314	138
1.035	1.07	5.79	2.65	6.27	2.82	342	154
1.072	1.08	5.88	2.65	6.42	2.86	554	246
1.081	1.05	5.98	2.66	6.58	2.79	552	234
1.086	1.09	6.00	2.68	6.75	2.91	533	230
1.100	1.10	6.18	2.70	6.95	2.98	522	224
1.113	1.11	6.32	2.72	7.20	3.02	522	219
1.128	1.13	6.60	2.81	7.60	3.16	522	217
1.140	1.11	6.76	2.87	7.90	3.19	518	209
1.160	1.14	6.90	2.95	8.20	3.36	836	342
1.120	1.11	7.13	2.96	8.10	3.28	453	184

公厘上軋制

1.26	1.10	7.82	3.27	10.20	3.61	1370	485
1.33	1.36	7.93	3.36	11.10	4.57	1386	572
1.42	1.50	8.27	3.52	12.47	5.27	1360	575
1.53	1.62	8.56	3.72	14.23	6.00	1390	585
1.67	1.69	9.08	3.97	16.82	7.10	1420	600
1.80	1.73	9.42	4.20	19.05	7.25	1320	500
1.98	1.80	10.12	4.65	23.20	8.35	1390	500

在四輥式軋机上軋制时，鋼板厚度从 68 公厘减小到 9 公厘，一道次的压下量相当大（大于 25%），系数 n_0 按艾凱隆特公式由 1.26 变化到 1.98，而按采利柯夫公式則由 1.1 到 1.8。

由此可見，在整个过程中，即从初軋机到鋼板軋机把軋件厚度自 705 公厘軋到 9 公厘的过程，公式（6）所考慮到的应力状态的影响几乎与公式（1）相同。在这个厚度范围内，艾凱隆特公式及采利柯夫公式相应地可用下式表示之：

$$p = (1.04 \sim 2.0) k \quad (16)$$

$$\text{及 } p = (1.02 \sim 1.3) k \quad (17)$$

（16）及（17）二式表明：被認為具有理論性的复杂的 A.И. 采利柯夫公式實質上与艾凱隆特的半經驗公式沒有差別。二个公式都不能令人滿意地估計应力状态对变形抗力的影响。

为了对这些計算結果的可靠性及已下結論的正确性进行估价，讓我們来看一下某些試驗資料。

根据 A.A. 亚历山大和 E.C. 罗科江〔4〕的工作，他們曾在初軋机上軋过重为 6.15 吨的 Ст. 2 鋼錠，并在第四道时測得金屬施于軋輥的压力达 1040 吨。对于这一道已知： $u = 11.6\%$ ； $B_0 = 601$ 公厘； $r = 520$ 公厘； $H = 620$ 公厘； $h = 550$ 公厘； $\Delta h = 70$ 公厘。

在这情形下按照 A.И. 采利柯夫公式金屬的压力应为

$$P = 601.191 \cdot 3.11 \approx 357 \text{ 吨,}$$

几乎比实际数字小 2 倍。根据〔2, 107 頁〕上的曲綫 σ_s 在 1070° 时等于 $0.8 \sigma_s$ 。

在茨拉托烏斯托夫斯基工厂的初軋机上，人們用 2 个感应測力器測定了軋制重 2.6 吨的 111×15 鋼錠时所产生的压力，軋制条件列于表 3。对于这些条件按 A.И. 采利柯夫公式进行过計算。在不同溫度时的 σ_s 值是根据〔5〕手册决定的。所得計算数据 (P_p) 与試驗数据 (P_0) 同列于表 3 中。

在这情况下系数 n_0 同样只从 1.05 变化到 1.15，金屬对軋輥

的压力只从 82 吨变化到 200 吨。实际上金属对轧辊的压力要比計算值高出 1.13~2.03 倍。

В.А. 沙特林, М.А. 貝涅科夫斯基和 Л.И. 苏雅罗夫 [6] 曾在鋼板連續軋机上进行过軋制鋼 Ст. 3 的試驗, 其目的在于确定金属对轧辊的压力及单位压力。按 А.И. 采利柯夫公式对三个机架也进行了計算 (軋出鋼板厚 3.46 公厘), 而且計算压力比仪器測得的数值要小 0.8—2.0 倍。

邦泊和路也克 [7] 在實驗室条件下测定了軋制 Ст. 3 型鋼材时的平均单位压力, 这工作是在二种情况下进行的:

类别	u	Δh , 公厘	H, 公厘	r, 公厘	t, °C	p_0 , 公斤/公厘 ²
I	0.4	6.70	16.70	90	1000	15.0
II	0.3	2.15	7.15	90	1000	19.0

根据 А.И. 采利柯夫公式也計算过。

按照 [2, 107 頁] 上的曲綫, 1000°C 时

$$\sigma_s = 0.7\sigma_B = 0.7 \cdot 5.3 \approx 3.7 \text{ 公斤/公厘}^2,$$

故对第一种情况单位压力等于 5.16 公斤/公厘², 对第二种情况則为 6.1 公斤/公厘², 即約为实际数值的三分之一。

这些和其他例子都說明 А.И. 采利柯夫公式是不能用于实际工作的。

А.И. 采利柯夫曾为軋制寬 600 公厘厚 4 公厘的鋼板进行过类似計算 [2, 122 頁], 軋制条件是 $\Delta h = 1.72$ 公厘, $u = 0.3$, $t = 900^\circ$ 及轧辊直径等于 500 公厘; 但是, 这个計算是錯誤的。

的确如此, 計算結果 (510 吨) 是在 $\sigma_s = \sigma_B$ 及接触面积为 19000 公厘² (代替了 $F = 600\sqrt{250 \cdot 1.72} \approx 12400$ 公厘²) 的条件下得到的。校正后我們只算得 265 吨 (根据經驗資料 [6] 压力不应小于 550 吨)。

近年来有些专家企图改进 А.И. 采利柯夫公式, 但是不在本質上批評它, 而仅仅簡化該公式: 用别的数值来代替 σ_s , 或者加入一些增大計算值的《修正数》。

按 A.И. 采利柯夫公式計算的

道次号	孔型	H 公厘	B 公厘	Δh 公厘	$\frac{\Delta h}{H}$ %	t °C	μ
在茨拉托烏斯托夫斯基工厂的初軋机上							
1	I	433	520	87	16.7	1160	0.470
2		392	522	41	9.5	1140	0.480
3		355	525	37	9.4	1135	0.483
4		312	531	43	12.1	1120	0.485
5	II	396	325	135	25.4	1125	0.488
6		321	340	75	18.9	1120	0.490
7	I	279	340	61	19.0	1115	0.493
8		226	360	53	19.0	1112	0.494
9	III	276	240	84	23.3	1109	0.496
10		219	250	57	20.7	1106	0.497
11		218	230	32	12.8	1103	0.499
12		178	240	40	18.3	1100	0.500
13	IV	193	190	47	19.6	1095	0.503

Ст. 3 鋼在鋼板連續軋机的三个

I*	15.98	600	8.23	51.5	1050	0.420
II	7.75		3.12	40.2	985	0.446
III	4.63		1.17	25.2	920	0.472

* 机架。

为了簡化 A.И. 采利柯夫公式, A.A. 科洛廖夫 [8] 提出用 h_n 值 L 由 (8) 式决定 L 取代 $\sqrt{Hh}$ 值。

可是这并没有改变情况。在热轧条件下, 按照这个簡化公式計算的結果, 实际上与 A.И. 采利柯夫的基本公式是相同的。

有些作者建議公式 (6) 中的系数 k 不按 A.И. 采利柯夫公式計算, 而按艾凱隆特公式計算。

証明这种手法毫无科学根据是多余的, 因为艾凱隆特公式中

表 3

单位压力与經驗数据的比較

$\mu \sqrt{\frac{2D}{\Delta h}}$	$\frac{p}{k}$	k 公斤/公厘 ²	p 公斤/公厘 ²	P _p 吨	P _o 吨	$\frac{P_o}{P_p}$
----------------------------------	---------------	-------------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	-------------------

ШХ15鋼錠 (其截面为 520×520 公厘) 的軋压

2.10	1.05	2.06	2.17	189	573	3.03
3.13	1.05	2.18	2.29	159	447	2.81
3.32	1.07	2.31	2.46	163	457	2.80
3.09	1.10	2.47	2.72	197	478	2.43
1.71	1.05	2.54	2.66	200	550	2.75
2.30	1.10	2.60	2.85	166	411	2.48
2.63	1.10	2.63	2.88	155	366	2.36
2.83	1.12	2.68	3.01	160	342	2.14
2.23	1.15	2.69	3.09	135	320	2.37
2.71	1.15	2.71	3.12	118	285	2.41
3.63	1.15	2.76	3.16	82	175	2.13
3.26	1.15	2.77	3.17	97	215	2.22
3.03	1.15	2.82	3.24	84	192	2.29

精軋机架中的軋制 [6]

4.61	2.50	3.70	9.20	250	640	2.56
8.20	3.51	5.10	17.80	298	535	1.80
13.80	3.10	6.30	19.60	201	600	2.99

的 k 值仅符合个别条件。

如果承認艾凱隆特公式在 k 值的确定方面具有一般性, 那么公式 $p = n \sigma k$ (其中 $n \sigma$ 的作用不大) 也应当被認作艾凱隆特公式。

其次, 系数 n , 是估計变形速度影响的, A.И. 采利柯夫把它当作 1。E.C. 罗科江曾企图加入系数 n , 来改进 A.И. 采利柯夫公式, n , 在不同变形速度时按照納达依及孟昂 [2] 的實驗数据进行計算, 且 $\sigma_s = \sigma_B$ 。但是, E.C. 罗科江下了結論 [9],

認為在此情形下當 $\frac{l}{h} < 0.4$ 時，計算值與試驗值有很大區別（圖

2，曲線 δ ）；于是他建議增加一個估計外部區域影響的系數，為此目的，他利用了 B.B. 斯米爾諾夫和 A.H. 采利柯夫 [10]

所得的曲線 $n_6 = f\left(\frac{l}{h}\right)$ 。

在加入一系列修正數之後，E.C. 羅科江最後得出結論道：理論值與實驗值的比較說明，如果估計上述那些修正數的話，則采利柯夫公式能夠十分正確地確定軋制大鋼坯時的平均單位壓力 $\bar{P}$ 。

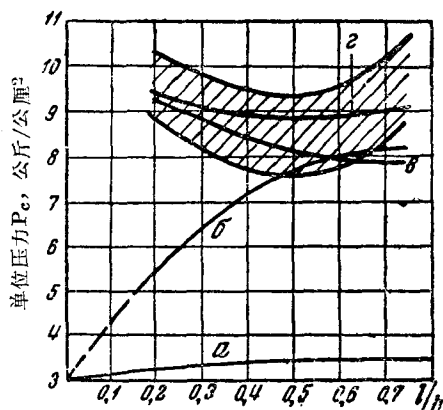


圖 2 按 A.H. 采利柯夫公式 (6) 計算的單位壓力

a —不計修正數； b, c, d, e, f, g, h —計 E.C. 羅科江修正數。（綫划部分表示經驗數據）

可是，由於靠修正數才增大了計算值，例如：當 $l:h=0.5$ 時，計算值增為原來的 2.5 倍（正如图 2 上曲線 a 與 h 的比較所示），那麼無論如何不能認為公式 (6) 是一個按解析法刻劃出客觀規律的、理論性的公式。

A.H. 采利柯夫與 B.B. 斯米爾諾夫 [10] 根據研究結果得出了這樣的實踐結論： l 當比值 $\frac{l}{h} < 1$ 時，對於無拉力及壓下量小的軋制條件來說，外摩擦的影響極為輕微，且可不計（例如在厚