



車輛彈簧

И. Г. 索考洛夫著

人民鐵道出版社



彈 輛 車 簧

И. Г. 索考洛夫 著
許 金 科 譯
茅 以 新 校



人 民 鐵 道 出 版 社

一 九 五 六 年 · 北 京

本書敘述彈簧鋼的熱處理規程，車輛彈簧的修理與製造的合理方法，以及有關彈簧製造與修理的機械與熱處理設備。

本書可供車輛彈簧製造與修理的直接操作人員及車輛部門工程師、技術員、車間主任、領工員、工長等有關人員參考。

車 輛 彈 簧

ВАГОННЫЕ РЕССОРЫ

蘇聯 И.Г.索考洛夫 著

蘇聯國家鐵路運輸出版社（一九五二年莫斯科俄文版）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1952

許金科譯 茅以新校

責任編輯 蘇國鎮

人民鐵道出版社出版（北京市霞公府十七號）

北京市書刊出版營業許可証出字第零壹零號

新 華 書 店 發 行

人民鐵道出版社印刷廠印（北京市建國門外七聖廟）

一九五六年七月初版第一次印刷平裝印 1—2,085冊

書號：585 開本：850×1168_{毫米} 印張6 152千字 定價(1C)1.00元

序

在几个斯大林五年計劃中，鐵路運輸部門的各工厂和各段，在制造彈簧方面起了顯著的变化。大部分的技術作業，在早先是手动的，現在已改用机械操作了。許多交通部屬（МПС）的工厂，运用了联合式压机來作彈簧的靜的及动的壓縮試驗；制成了生產率很高的彈簧弯片机，傳送帶式的加热爐等等。很多彈簧方面的斯达漢諾夫工作者，在制作彈簧中作了許多新的改進，特別在战后的斯大林五年計劃及以后几年中，彈簧生產已轉变为先進鐵路机械制造部門之一。

推廣和运用工厂中优秀斯达漢諾夫工作者的工作經驗，是具有國家意义的事情。

Г. М. 馬林科夫在偉大的十月社会主义革命節三十二週年的報告中說：

「我們的責任在於今后倚靠並尽力支持先進工作者，用一切办法增加和擴大我們工作中的先進創舉及優良的范例。应將事業推進到这样：我們全体都能达到先進的蘇維埃人民革新者的水平」。^①

这些指示也应在彈簧制造的范围中实现。

本書中研究了鐵路運輸企業內的彈簧制作和修理的先進方法。並且注意到斯达漢諾夫彈簧工作者們的社会主义劳动方法和彈簧鋼的热处理規程，以达到提高这些零件的質量的目的。

書內資料是作者在交通部中央科学研究院將以「一九〇五年革命紀念」命名的車輛修理工厂的彈簧鋼热处理規程加以研究而得出的資料，又加上交通部Л. М. 卡岡諾維奇机械鑄造厂和其他段的斯达漢諾夫彈簧工作者們的工作經驗所彙編而成的。

① Г. М. 馬林科夫著「偉大的十月社会主义革命32週年」。苏联國家政治出版社。一九四九年，13頁。

目 錄

第一章 彈簧鋼及其技術驗收	1
1. 軋鋼中的缺陷	1
2. 彈簧鋼的化学成分	6
3. 彈簧鋼的机械性能	11
4. 彈簧鋼的机械性能試驗和化学成分檢驗的方法	14
第二章 彈簧鋼的淬火規程	16
1. 55碳鋼的淬火溫度	16
2. 65碳鋼的淬火溫度	20
3. 55C2 碳鋼的淬火溫度	20
4. 60C2 碳鋼的淬火溫度	23
5. 扁彈簧片淬火時溫度的降落	25
6. 扁彈簧和螺旋彈簧淬火用的冷却剂	30
第三章 扁彈簧鋼的回火規程	36
1. 55C2 鋼扁彈簧片的回火	37
2. 60C2 鋼扁彈簧片的回火	39
3. 55碳鋼扁彈簧片的回火	40
第四章 貨車扁彈簧的制作和修理	41
1. 扁彈簧片的切断以及其端部按梯形來切割	43
2. 彈簧片的鑽孔	45
3. 主片的卷耳	48
4. 彈簧片的弯片和淬火	52
5. 彈簧片的弯曲半徑和它們之間的間隙	59
6. 彈簧片的回火	62

7. 彈簧片的校片.....	68
8. 扁彈簧的組裝.....	76
9. 彈簧箍的套裝和壓緊.....	76
10. 扁彈簧的驗收和試驗.....	78
11. 扁彈簧的油漆.....	82
12. 為優良質量的扁彈簧而奮鬥.....	82

第五章 客車扁彈簧的制作和修理 83

1. 扁彈簧的構造.....	83
2. 橢圓形扁彈簧的修理工藝過程.....	85
3. 確定客車扁彈簧的負荷高度.....	85
4. 修理時扁彈簧的分解.....	89
5. 扁彈簧片的清洗.....	92
6. 彈簧片的高溫回火.....	93
7. 扁彈簧片的電磁檢查法.....	94
8. 安裝臨時彈簧箍和用插銷來固定.....	95
9. 扁彈簧的試驗和尺寸的檢查.....	96
10. 扁彈簧的不分解油潤.....	101
11. 扁彈簧的運輸.....	103

第六章 螺旋彈簧的制作和修理 103

1. 鋼料的切割.....	104
2. 鋼料的拔尖.....	108
3. 鋼料的加熱.....	111
4. 螺旋彈簧的卷制方法.....	113
5. 斯達漢諾夫卷簧工作者的勞動生產率.....	116
6. 螺旋彈簧的淬火和回火.....	120
7. 螺旋彈簧的可硬性.....	122
8. 螺旋彈簧底部的磨平.....	131

9. 制成的螺旋彈簧的試驗和驗收.....	131
10. 螺旋彈簧的修整.....	135
11. 增加扁彈簧和螺旋彈簧的使用期限.....	135
12. 螺旋彈簧的油漆.....	139
第七章 車輛扁彈簧所用彈簧箍的制作	140
1. 彈簧箍的尺寸.....	140
2. 彎曲方法.....	142
3. 彈簧箍的焊接.....	145
第八章 加熱爐.....	146
1. 加熱爐.....	146
2. 熱處理爐.....	147
3. 爐子的效率和生產率.....	149
4. 鍛爐和熱處理爐型的選擇.....	150
5. 固體燃料熱處理爐的使用.....	163
6. 消除金屬加熱時的氧化和脫碳.....	164
7. 加熱的延續時間.....	166
第九章 檢查溫度的方法	168
1. 熱電法檢查溫度.....	168
2. 用光學高溫計檢查溫度.....	172
3. 自動調整溫度.....	174
第十章 統計檢驗法	176
1. 檢驗的技術操作.....	176
2. 用統計檢驗法確定彈簧片質量的范例.....	178
附錄	183

第一章 彈簧鋼及其技術驗收

在苏联的許多冶金工厂的生產計劃中，彈簧鋼的生產佔着很顯著的地位。制造車輛扁彈簧和螺旋彈簧所需的碳鋼和矽鋼是由酸性或碱性的馬丁爐中熔鍊出來的。鋼錠通常採用大头在上，是由頂澆或底澆鑄入錠模中，每根鋼錠重1噸到8噸。

在大型軋鋼机或軋軋机上，人們用鋼坯軋出長方鋼、方鋼、圓鋼等。这样，在馬格里德郭尔斯工厂的大型軋鋼机上，將下端 590×590 公厘、上端 740×740 公厘、高1750公厘、重6噸的鋼錠除割去鑄头部分外，軋成 250×250 ； 120×120 ； 106×106 ；及 80×80 公厘的方鋼。

由大型軋鋼机所軋成的鋼坯，經過第二次加热，在中型精軋机上軋成需要的断面尺寸。例如，55C2 矽鋼，80公厘正方的鋼坯，軋成 $\Phi 30$ 公厘以下的圓鋼； 106×106 公厘的方鋼，軋成 $\Phi 36$ 公厘以下的圓鋼；55碳鋼， 120×120 公厘的鋼坯，軋成 150×7 公厘的緩冲器螺旋彈簧用鋼料。

1. 軋鋼中的缺陷

軋制彈簧鋼中所遇見的缺陷可以分为下列几类：毛狀細紋，刮紋，飛边和卷褶，分層，斑疤，非金屬夾雜物，表面脫碳，不正确的尺寸。

毛狀細裂紋的生成，是軋制的鋼錠表面有气泡、非金屬夾雜物和空隙的緣故。在外觀上，它們为直線的、或平行的細長裂紋，貫穿着鋼料的全長，或出現在个别的一段上(圖1, a)。毛狀細裂紋的数量，在扁鋼和圓鋼上可能是有区别的。淬火后裂紋会

繼續發展，以致變成廢品。

刮紋是深為0.2~0.3公厘的敞口划痕；由於軋輥的粗糙或發生飛邊而引起的。在熱處理時這也是扁彈簧發生裂紋的原因之一。

飛邊和卷褶。飛邊是金屬沿着縱斷面在軋輥的間隙中被擠成的(圖1, δ)。如果飛邊是在初軋時軋成的，則當以後軋制時，它們將被卷壓在金屬中而成卷褶。在卷褶處也會引起裂紋和折斷。

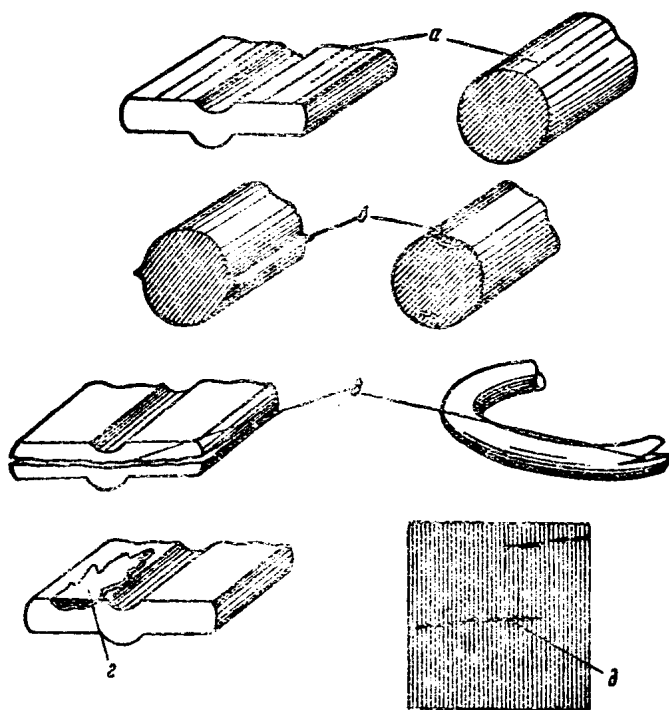


圖 1. 彈簧鋼的缺陷：

a ——毛狀細裂紋； δ ——飛邊和卷褶； ϵ ——鐵的分層；

τ ——斑疤； ∂ ——非金屬夾雜物。

分層。當按梯形切割彈簧片的端部，或卷制螺旋彈簧時（在紅熱的時候），金屬中的分層是以裂紋的形式出現。

分層的發生是由於在偏析嚴重的地方的熱脆性（含硫、磷和其他元素過高）。這種形狀的缺陷，是因為沒有完全地除去鋼錠的鑄頭部分，而這鋼錠是帶着剩留的縮孔被軋軋的。分層也會因為有較大的皮下氧化氣泡，經軋壓後而生成的。它的表面是光滑的。

斑疤。氧化的鋼水濺沫，濺在鋼錠的表面產生了斑疤。軋壓時它們變形，並由於氧化而附在軋鋼的表面，成為厚度等於或大於 1.5 公厘的斑疤（圖 1, 2）。在淬火的加熱過程中，靠近斑疤的金屬表面增加氧化。當螺旋彈簧壓縮試驗，或彈簧片彎曲試驗時，斑疤就剝落下來，並時常發生折斷。

非金屬夾雜物是由於鍊鋼時有硫化鐵和氧化物夾雜在內，也由於澆鑄時有雜質存在而生成（砂、渣及其他物質）。軋鋼時，它們沿着壓延方向而伸長（圖 1, 3）。非金屬夾雜物降低了彈簧鋼的機械性能，並且減低了螺旋彈簧和彈簧片的可硬性。

機車車輛用的有溝扁彈簧鋼

表 1

容許公差：

尺寸 b $\pm 1.5\%$

尺寸 s 在 11 公厘以下 -0.3 公厘
(包括 11 公厘在內)

尺寸 s 12, 13 公厘 -0.7 公厘

尺寸 K $+0.6$ 公厘

尺寸 K_1 -0.6 公厘

尺寸 · 公厘

h	s	最小 "	K	K_1	最大 l
63	10	5.0	4.5	3.75	3.75
63	13	5.0	4.5	3.75	3.75
76	7	4.0	3.5	2.75	2.75
76	10	5.0	4.5	3.75	3.75
76	11	5.0	4.5	3.75	3.75
76	13	5.0	4.5	3.75	3.75
89	9.5	5.0	4.5	3.75	3.75
89	13	5.0	4.5	3.75	3.75
100	13	5.0	4.5	3.75	3.75
110	13	5.0	4.5	3.75	3.75
120	12	5.0	4.5	3.75	3.75
120	13	5.0	4.5	3.75	3.75

軋鋼尺寸的不正確。按 ГОСТ 5267-50，在表 1、表 2、表 3 和表 4 中指出了機車、車輛所用各種扁彈簧鋼所要求的幾何尺寸。

表2

機車、車輛用的彈簧扁鋼

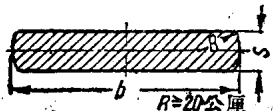
	尺寸, 公厘			
	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>b</i>	<i>s</i>
容許公差:				
尺寸 <i>b</i>	±1.5%			
尺寸 <i>s</i> , 10 公厘以下	—0.5公厘			
(包括10公厘在內)				
尺寸 <i>s</i> , 12, 13公厘	—0.7公厘			
	63	10	102	13
	76	7	114	7
	76	8	114	10
	76	10	120	12
	76	13	120	13
	89	10	130	10
	89	13	130	12
	102	10	150	10
			150	12

表3

機車、車輛用的彈簧扁鋼

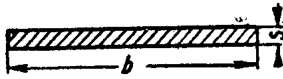
	尺寸, 公厘	
	<i>b</i>	<i>s</i>
容許公差:		
40及50公厘寬度 <i>b</i>	±1.0 公厘	
130及150公厘, 160公厘寬度 <i>b</i>	±1.5 公厘	
3 公厘厚度 <i>s</i>	±0.3 公厘	
7, 10及12公厘厚度 <i>s</i>	±0.5 公厘	
	40	3
	50	3
	130	7
	150	7
	150	10
	150	12
	160	12

表4

車輛轉向架的彈簧鋼

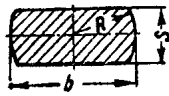
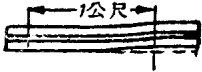
	尺寸, 公厘		
	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>R</i>
容許公差:			
尺寸 <i>b</i>	±2%		
尺寸 <i>s</i>	±4%		
	20	14	10
	28	15	14
	35	16	18
	40	18	20

表 5 指出了有溝的扁彈簧鋼，在制造过程中或驗收时所發現的尺寸上的一些缺陷。

表 5

有溝的扁彈簧鋼尺寸上的缺陷种类

順序	缺 陷 种 类	草 圖
1	凸出部的錯位·····	
2	溝的錯位·····	
3	断面的弯曲·····	
4	断面厚度的不同·····	
5	扁鋼弯扭每公尺內超过 3 公厘者·····	

ГОСТ 2590-51 載明螺旋彈簧用熱軋鋼料的尺寸。其中断面的橢圓形超过 ГОСТ 規定的限度，为最常見的尺寸誤差。

为了制造扁彈簧和螺旋彈簧能順利進行，須知道它們的不良原因，展开对廢品的斗争。因此，必須有系統地統計廢品，研究它們的特征，並採取对策來消除它們。首先必須很仔細地驗收軋出的彈簧鋼料。

鋼料的驗收应包括：(a) 外觀檢查；(б) 量尺寸；(в) 机械性能和化学成分的檢查。外觀檢查的目的是用肉眼看出上述的缺陷：毛狀細裂紋，飛边，縱向或橫向的刮紋。鋼料有了这些缺陷就应報廢。量尺寸是为了確認軋鋼符合所規定的标准。檢查鋼料的机械性能和化学成分能確定它們的基本質量。在个别情况

下，需進行金相檢查。驗收工作不僅要在大批的或大量制造鋼料的工厂來進行，而且也要在供应各段与小型工厂以鋼料的交通部屬材料供应总局（ГУМТО МПС）的基地厂中進行。在技術驗收中所用的費用，总是小於在制造或运用扁彈簧和螺旋彈簧过程中所遭遇的廢品的損失。

2. 彈簧鋼的化学成分

彈簧鋼的化学成分，須符合 ГОСТ 2052-43 的要求，如表 6 所示。車輛扁彈簧和螺旋彈簧应採用其中碳鋼和矽鋼为原料。

由表內可看出，鋼內的主要元素含量（碳、錳、矽）的範圍是狹小的。可是冶金工厂所供給的彈簧鋼中，所含这些元素含量的最高和最低極限数是有区别的。为了得到優質的扁彈簧和螺旋彈簧，应於确定热处理規程时，不僅要考慮到鋼的牌号，还要考慮到在个别情況下，每爐鋼的化学成分。例如，55C2 矽鋼按标准含有最低量的碳 0.50%，和最高量的矽 1.9~2.0%。它的淬火温度应为 900~880°。但是同为 55C2 矽鋼含最高量的碳 0.60% 和最低量的矽 1.5~1.6% 时，它的淬火温度應該比上述温度低 20~30°。这是由于当含矽量为 1% 时，就提高了鋼的上部臨界点 A_{c3} 达 50°；相反的含碳量为 1% 时，就降低了鋼的臨界点。考慮到矽鋼对过热和脫碳的敏感性，就可了解到不遵守必需的温度可能会造成廢品。

彈簧鋼的化学成分，不僅決定於鍊鋼的是否完善，同时也決定於鑛石、爐料的質量和其他原因等。因此，为了比較鋼料的机械性能和化学成分，曾於一九五一年对由不同的冶金工厂供給交通部屬的兩個工厂的近 700 个爐样的 55C2 彈簧鋼作了統計，並加以分析。

从供給工厂鋼料的單位所提供的証件上所載明彈簧鋼的化学成分，登記在特殊計算的卡片上，然后根据这个資料作相应的处理。按公式用权差法計算出主要統計的特征。

扁彈簧和螺旋彈簧所用鋼料的化學成分

種 類	牌 號	號	(ГОСТ B-2052-43) 化學元素的含量%						
			碳	錳	矽	鉻	鎳	銅	硫 磷 不 多 於
碳鋼	55 65 75 85		0.50—0.60	0.50—0.80	0.17—0.37	0.30	0.30		0.015 0.015 0.050 0.050
			0.60—0.70	0.50—0.80	0.17—0.37	0.30	0.30		0.015 0.050 0.050 0.050
			0.70—0.80	0.45—0.75	0.15—0.30	0.30	0.50		0.050 0.050 0.050 0.050
			0.80—0.90	0.45—0.75	0.15—0.30	0.30	0.50		0.050 0.050 0.050 0.050
錳鋼	65Г 55ГC		0.60—0.70	0.70—1.00	0.17—0.37	0.30	0.30		0.015 0.050 0.050 0.050
			0.50—0.60	0.60—0.90	0.50—0.80	0.30	0.50		0.015 0.050 0.050 0.050
矽鋼	55C2 60C2 60C2A 70C3A		0.50—0.60	0.60—0.90	1.50—2.00	0.30	0.50		0.050 0.050 0.050 0.050
			0.55—0.65	0.60—0.90	1.50—2.00	0.30	0.50		0.050 0.050 0.050 0.050
			0.55—0.65	0.60—0.90	1.60—2.00	0.30	0.50		0.050 0.050 0.050 0.050
			0.65—0.75	0.60—0.90	2.10—2.80	0.30	0.50		0.050 0.050 0.050 0.050
鉻錳鋼	50ХГ 50ХГA		0.45—0.55	0.70—1.00	0.15—0.30	0.90—1.70	0.50		0.050 0.050 0.050 0.050
			0.45—0.55	0.80—1.00	0.15—0.30	0.95—1.20	0.20		0.050 0.050 0.050 0.050
矽鉻鋼	60C2XA 50XΦA		0.55—0.65	0.45—0.70	1.40—1.80	0.70—1.00	0.30	氮	0.010 0.010 0.010 0.010
			0.45—0.55	0.30—0.60	0.15—0.30	0.75—1.10	0.30	0.15—0.25 氮	0.040 0.040 0.040 0.040
鉻錳鉻鋼	60C2XΦA		0.55—0.65	0.45—0.70	1.10—1.80	0.90—1.20	0.30	0.10—0.20 氮	0.040 0.040 0.040 0.040

註：55碳鋼的化學成分是根据 ГОСТ B-1050-41。

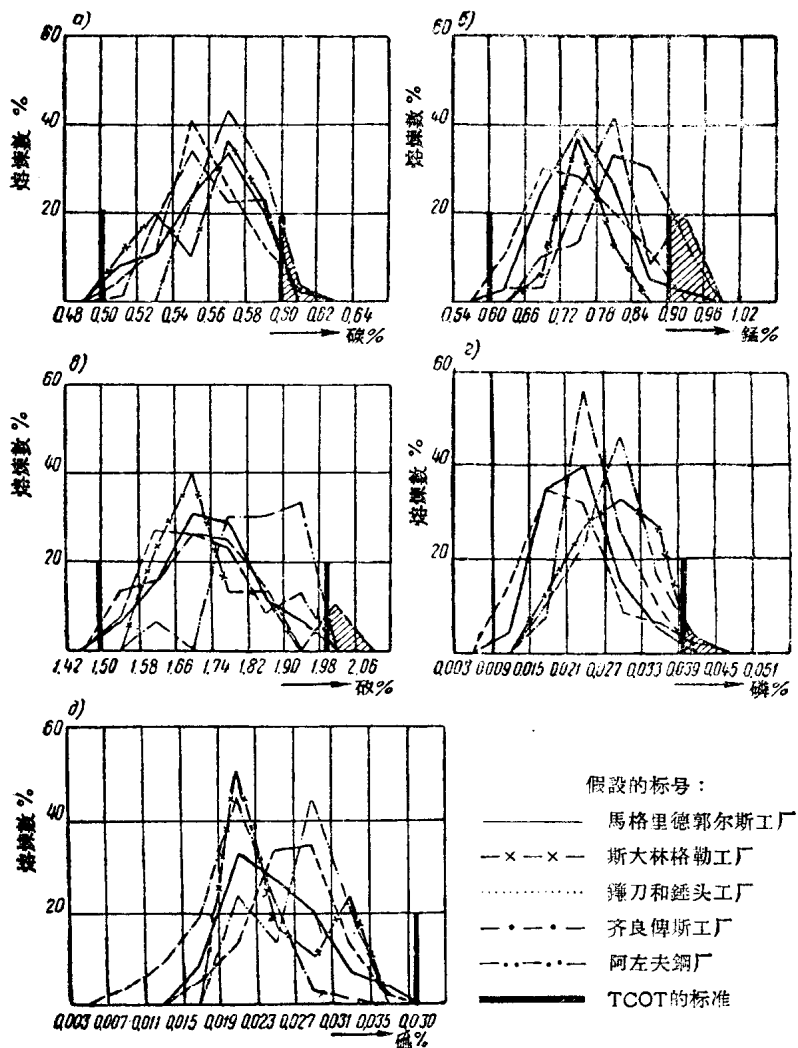


圖2. 55C2 鋼中各種元素含量的分佈次數曲線圖:

a—碳; б—錳; в—矽; г—磷; д—硫。

$$\bar{X} = X_{ycA} + Cm_1; \quad (1)$$

$$\sigma = C \sqrt{u_2}; \quad (2)$$

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad (3)$$

$$\sigma_\sigma = 0.707\sigma_x; \quad (4)$$

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100. \quad (5)$$

式中

$\bar{X}$ ——数学的平均值;

X_{ycA} ——假设的平均值;

C ——級数 (間隔);

n ——件数;

$u_2 = m_2 - m_1$ ——第二次中心数;

m_1 ——第一次开始数;

m_2 ——第二次开始数;

σ ——平均的平方誤差;

σ_σ ——由平均的平方誤差計算的主要誤差;

σ_x ——数学的平均值的主要誤差;

V ——誤差系数%。

由圖 2 和表 7 中可看出, 这些工厂所鍊出 55C2 鋼 的含碳量都在ГОСТ 2052-43 所規定的範圍之內, 而「阿左夫」工厂有最大的平均含碳量 $\bar{X}=0.57$, 及最小的平均的誤差系数 $V=2.8\%$ 。

圖 2 和表 7 中所示, 除「阿左夫」及「齐良俾斯」兩厂所鍊的彈簧鋼的含錳量最高外 (圖中有影線部分), 其他工厂鍊出的彈簧鋼中含錳量都合乎ГОСТ 的規定。

圖 2, 6 及表 7 中示出各厂鍊出的彈簧鋼中的含矽量符合ГОСТ 的規定, 而「阿左夫」工厂鍊出的彈簧鋼的含矽量有最大的平均值 $\bar{X}=1.85$, 和最小的誤差系数 $V=4.7\%$ 。

一九五一年冶金工厂所供給55C2彈簧鋼的化学成分

厂 名	熔鍊爐数 n	碳		錳		矽		硫		磷	
		平均值 $\bar{X}$	誤差 系数 V	平均值 $\bar{X}$	誤差 系数 V	平均值 $\bar{X}$	誤差 系数 V	平均值 $\bar{X}$	誤差 系数 V	平均值 $\bar{X}$	誤差 系数 V
馬格里德郭尔 斯.....	338	0.55	4.8	0.76	8.0	1.73	5.8	0.025	18.8	0.023	24.4
鐮刀和錘头...	229	0.56	4.0	0.75	9.5	1.71	5.5	0.026	16.5	0.022	32.4
齐良 俾斯...	70	0.56	3.8	0.81	9.3	1.73	7.2	0.020	21.6	0.026	17.8
斯大林格勒...	30	0.56	4.7	0.76	5.4	1.75	6.7	0.025	19.6	0.028	21.1
阿左夫.....	30	0.57	2.8	0.82	8.3	1.85	4.7	0.027	15.4	0.029	19.7

圖 2, z 中所有工厂鍊出彈簧鋼的含磷量, 都符合ГОСТ的規定, 即不超過0.05%。

圖 2, 0 中所有工厂鍊出彈簧鋼的含硫量, 都在ГОСТ 規定範圍以內。「阿左夫」与「鐮刀和錘头」兩厂鍊出的彈簧鋼含硫量最大。

大部分工厂鍊出的彈簧鋼內不含鉻和鎳。而「斯大林格勒」及「阿左夫」兩厂有一部分鍊出的彈簧鋼中含有不到0.3%的鉻(顯然, 由於裝料中的混合物)。因为每含1%的鉻能提高 A_{c3} 达50° C, 所以当制訂彈簧鋼热处理規程时, 必須要考慮到这一点。

从所供应的各种断面的55碳鋼的彈簧鋼中, 統計分析了超过300个爐样的化学成分和物理性能。主要供給工厂——馬格里德郭尔斯、丘索夫斯郭和И. В. 斯大林(頓巴斯)——所煉的这种鋼的化学成分是符合ГОСТ的規定的。但所有工厂鍊出的鋼的碳和矽的平均值都在中間或較低的範圍。含碳量在較低的範圍, 是扁彈簧和螺旋彈簧硬度低和可硬性低的原因之一。馬格里德郭尔斯和И. В. 斯大林(頓巴斯)兩厂鍊出的鋼內含硫量接近上範圍; 当弯曲彈簧片及卷制螺旋彈簧时, 不能免除高的热脆性的可能。众所週知, 当这种彈簧鋼片在冲模中或用手工弯曲並進行淬火时, 会