

硬化彈噴

薩威林著



噴 彈 硬 化

薩 威 林 著

舒小石等譯



机 械 工 业 出 版 社

1 9 6 0

出版者的話

本书中研究噴彈硬化的工艺問題、加工过程的动力学原理、硬化时残余应力的理論研究和試驗研究、硬化对强度的影响，并总結了噴彈硬化过程在工业中的运用經驗。

本书供机器制造工厂設計师和工艺师以及科学研究院工作人員参考。

苏联М. М. Саверин著‘Дробеструйный наклеп(Теоретические основы и практика применения)’(Машгиз 1955年第一版)

NO. 3174

1960年2月第一版 1960年2月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字数255千字 印張9 $\frac{6}{16}$ 0,001—2,080册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业許可証出字第008号 定价(11)1.75元

目 录

原序	6
概 論	7
第一章 噴彈硬化后零件的残余应力和变形	13
1 残余应力和硬化层的深度	15
2 噴彈硬化零件的残余应力和变形	23
a) 不夹固的試片的单面噴彈加工(24)——б) 板簧在噴彈硬化时的变形(27)——B) 夹固試片的单面噴彈加工(29)——r) 軸和試片的全面噴彈加工(34)	
3 噴彈硬化时产生的残余应力的分析方法	40
4 作者拟定的关于表面强化試片应力状态的分析方法	43
a) 分析方法的本质和主要計算方程式的推导(43)——б) 試片噴彈硬化的应力状态分析方法的应用举例(47)——B) 残余应力的分析 精 确 性(51)	
5 噴彈硬化零件中残余应力的大小和分布性质	54
6 残余应力的模型化	73
a) 光学活性材料中的残余应力(73)——б) 在模型平整外形处残余应力分布的情况(74)——B) 表面应力集中区域残余应力分布的情况(76)	
7 結 論	80
第二章 噴彈硬化对零件强度的影响	83
1 在一次負荷情况下噴彈硬化零件的机械性质	84
a) 噴彈硬化表面的显微几何形状(84)——б) 噴彈硬化对表層硬度的影响(88)——B) 噴彈硬化的鋼在受靜力拉伸与弯曲时的机械性质(92)——r) 噴彈硬化对鋼冲击韧性的影响(93)——π) 在噴彈硬化影响下残余奥氏体的分解(95)——e) 噴彈硬化对循环滞性的影响(96)	
2 硬化层的强化作用和残余应力在整个零件强化中的作用	99
a) 零件表層强化对零件疲劳强度的影响(103)——б) 硬化的残余应力对零件疲劳强度的影响(108)	
3 热处理对噴彈硬化效果的影响	118
a) 噴彈硬化前的热处理对噴彈硬化效果的影响(118)——б) 热处理对曾經噴彈硬化零件的影响(126)	
4 强化时间(彈子的消耗量)对噴彈加工效果的影响	127
5 构造上具有应力集中的零件的噴彈硬化效果	133
a) 圓角的应力集中(133)——б) 凹槽的应力集中(139)——B) 压入套	

筒的应力集中(150) — r) 橫向穿孔的应力集中(154)

結論	155
6 处于受力状态下的零件的硬化	156
7 噴彈硬化对表层脫碳零件疲劳强度的影响	157
8 噴彈硬化后再經磨削的零件的疲劳强度	159
9 零件绝对尺寸对噴彈硬化效果的影响	161
10 噴彈硬化零件对过負荷的敏感性	167
a) 过負荷对噴彈加工零件疲劳强度的影响 (167)—— G) 用噴彈硬化方 法来恢复被过負荷损伤金屬的疲劳强度(169)	
11 彈子质量对强化效果的影响	169
12 曾經噴彈硬化的鋼的接触疲劳强度与耐磨性	171
13 用噴彈硬化法强化鑄鋼	173
14 鑄鉄的噴彈硬化	175
15 焊接的噴彈硬化	176
16 噴彈硬化对鋼的腐蝕疲劳强度的影响	178
17 噴彈硬化和其他形式的表面强化方法的綜合利用	188
18 結論	190
第三章 噴彈硬化的热效应	194
1 金屬在塑性变形时所吸收的能量和发热	194
2 彈子冲击时金屬塑性变形区域的瞬时温度	195
3 噴彈硬化时零件的发热和沿其断面上的温度分布	197
a) 在足够厚的試片断面上的温度分布 (197) G) 試片的发热和温度 在試片断面上的分布 (不考虑发散到周圍介质中去的热) (201) B) 試片的发热和温度在試片断面上的分布 (考虑发散到周圍介质中去 的热) (204)	
4 确定噴彈硬化时彈流比功率和向周圍介质中的散热系数的 試驗 (热学的) 方法	205
5 噴彈硬化时的热平衡	207
6 結論	209
第四章 彈子的运动和噴彈机噴輪叶片的磨損	210
1 噴輪个别元件的用途和其工作原則	210
2 彈子沿旋轉噴輪叶片运动之微分方程式	212
3 彈子在有徑向叶片之噴彈机噴輪中的运动	213
a) 不考虑彈子重量以及彈子与噴輪叶片的摩擦时,彈子的运动(214) — G) 彈子重量对彈子在噴輪中运动性质的影响 (216)—— B) 摩擦对彈 子沿噴輪叶片运动的影响 (218) — r) 在无增速器之噴彈机噴輪中彈 子的运动(227)	
4 在叶片傾斜分布之噴彈机噴輪中彈子的运动	231
5 噴輪叶片的磨損	235
6 結論	240

第五章 噴彈硬化的設備、彈子、彈子的檢查與

其制造工艺 242

- 1 重力式噴彈設備 243
- 2 風動式噴彈設備 245
 - a) 万能噴彈設備 (245) — 6) 交通部中央科學研究院設計的噴彈設備 (246)
- 3 機械式的噴彈設備 247
 - a) 中央機器製造及工藝科學研究院設計的實驗用噴彈設備 (248) — 6) 中央機器製造及工藝科學研究院設計的 ДУ-1 万能噴彈設備 (248) — б) 硬化板簧的工業噴彈設備 (260) — г) 硬化小螺旋彈簧的工業噴彈設備 (266) — д) 硬化圓柱齒輪的工業噴彈設備 (268)
- 4 硬化零件之彈子 270
 - a) 鑄鐵彈子 (270) — 6) 鋼彈子 (271) — в) 彈子之壓碎、击碎、裂碎試驗 (273)
- 5 結論 276

第六章 應用噴彈硬化來強化機械零件 277

- 1 板簧簧片的噴彈硬化 277
 - a) 中央機器製造及工藝科學研究院的經驗 (277) — 6) 莫斯科斯大林汽車廠的經驗 (278) — б) 高爾基汽車廠的經驗 (280) — г) 交通部有關車廂板簧硬化的經驗 (282)
- 2 螺旋彈簧的噴彈硬化 282
 - a) 中央機器製造及工藝科學研究院的經驗 (283) — 6) 莫斯科斯大林汽車廠的經驗 (283) — в) 交通部有關車廂外彈簧的經驗 (284)
- 3 深井石油井柱杆的噴彈硬化 (中央機器製造及工藝科學研究院與國立石油機械設計院的經驗) 285
- 4 齒輪的噴彈硬化 287
 - a) 中央機器製造及工藝科學研究院的經驗 (288) — 6) 交通部中央科學研究院的經驗 (289) — в) 莫斯科農業機械化與電氣化學院的經驗 (290) — г) 高爾基汽車廠的經驗 (291) — д) 切爾賓斯基拖拉機工廠的經驗 (292)
- 5 無軌電車后橋半軸的噴彈硬化 (中央機器製造及工藝科學研究院的經驗) 293
- 6 熱沖滾動軸承座圈上沖模的噴彈硬化 (中央機器製造及工藝科學研究院和汽車工業組織設計院的經驗) 294
- 7 冷壓壓模之噴彈硬化 (中央機器製造及工藝科學研究院及汽車工業組織設計院的經驗) 295
- 8 滾動軸承座圈的噴彈硬化 (軸承工業科學試驗研究所的經驗) 295
- 9 螺旋鑽頭的噴彈硬化 (莫斯科斯大林汽車廠的經驗) 296
- 10 結論 297

結束語 298

噴 彈 硬 化

薩 威 林 著

舒小石等譯



机械工业出版社

1960

出版者的話

本书中研究噴彈硬化的工艺問題、加工过程的动力学原理、硬化时残余应力的理論研究和試驗研究、硬化对强度的影响，并总結了噴彈硬化过程在工业中的运用經驗。

本书供机器制造工厂設計师和工艺师以及科学研究院工作人員参考。

苏联М. М. Саверин著 ‘Дробеструйный наклеп(Теоретические основы и практика применения)’ (Машгиз 1955年第一版)

NO. 3174

1960年2月第一版 1960年2月第一版第一次印刷

850×1168 $1/32$ 字数 255 千字 印張 $9\frac{6}{16}$ 0,001— 2,080 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业許可証出字第008号 定价(11)1.75元

目 录

原序	6
概 論	7
第一章 噴彈硬化后零件的残余应力和变形	13
1 残余应力和硬化层的深度	15
2 噴彈硬化零件的残余应力和变形	23
a) 不夹固的試片的单面噴彈加工(24)——б) 板簧在噴彈硬化时的变形(27)——B) 夹固試片的单面噴彈加工(29)——r) 軸和試片的全面噴彈加工(34)	
3 噴彈硬化时产生的残余应力的分析方法	40
4 作者拟定的关于表面强化試片应力状态的分析方法	43
a) 分析方法的本质和主要計算方程式的推导(43)——б) 試片噴彈硬化的应力状态分析方法的应用举例(47)——B) 残余应力的分析 精 确 性(51)	
5 噴彈硬化零件中残余应力的大小和分布性质	54
6 残余应力的模型化	73
a) 光学活性材料中的残余应力(73)——б) 在模型平整外形处残余应力分布的情况(74)——B) 表面应力集中区域残余应力分布的情况(76)	
7 結 論	80
第二章 噴彈硬化对零件强度的影响	83
1 在一次負荷情况下噴彈硬化零件的机械性质	84
a) 噴彈硬化表面的显微几何形状(84)——б) 噴彈硬化对表層硬度的影响(88)——B) 噴彈硬化的鋼在受靜力拉伸与弯曲时的机械性质(92)——r) 噴彈硬化对鋼冲击韧性的影响(93)——д) 在噴彈硬化影响下残余奥氏体的分解(95)——e) 噴彈硬化对循环滞性的影响(96)	
2 硬化层的强化作用和残余应力在整个零件强化中的作用	99
a) 零件表層强化对零件疲劳强度的影响(103)——б) 硬化的残余应力对零件疲劳强度的影响(108)	
3 热处理对噴彈硬化效果的影响	119
a) 噴彈硬化前的热处理对噴彈硬化效果的影响(119)——б) 热处理对曾經噴彈硬化零件的影响(126)	
4 强化时间(彈子的消耗量)对噴彈加工效果的影响	127
5 构造上具有应力集中的零件的噴彈硬化效果	133
a) 圓角的应力集中(133)——б) 凹槽的应力集中(139)——B) 压入套	

筒的应力集中(150) —— r) 横向穿孔的应力集中(154)

結論	155
6 处于受力状态下的零件的硬化	156
7 噴彈硬化对表层脫碳零件疲劳强度的影响	157
8 噴彈硬化后再經磨削的零件的疲劳强度	159
9 零件绝对尺寸对噴彈硬化效果的影响	161
10 噴彈硬化零件对过負荷的敏感性	167
a) 过負荷对噴彈加工零件疲劳强度的影响 (167) —— 6) 用噴彈硬化方 法来恢复被过負荷损伤金屬的疲劳强度(169)	
11 彈子质量对强化效果的影响	169
12 曾經噴彈硬化的鋼的接触疲劳强度与耐磨性	171
13 用噴彈硬化法强化鑄鋼	173
14 鑄鉄的噴彈硬化	175
15 焊接的噴彈硬化	176
16 噴彈硬化对鋼的腐蝕疲劳强度的影响	178
17 噴彈硬化和其他形式的表面强化方法的綜合利用	188
18 結論	190
第三章 噴彈硬化的热效应	194
1 金屬在塑性变形时所吸收的能量和发热	194
2 彈子冲击时金屬塑性变形区域的瞬时温度	195
3 噴彈硬化时零件的发热和沿其断面上的温度分布	197
a) 在足够厚的試片断面上的温度分布 (197) 6) 試片的发热和温度 在試片断面上的分布 (不考虑发散到周围介质中去的热) (201) B) 試片的发热和温度在試片断面上的分布 (考虑发散到周围介质中去 的热) (204)	
4 确定噴彈硬化时彈流比功率和向周围介质中的散热系数的 試驗 (热学的) 方法	205
5 噴彈硬化时的热平衡	207
6 結論	209
第四章 彈子的运动和噴彈机噴輪叶片的磨損	210
1 噴輪个别元件的用途和其工作原則	210
2 彈子沿旋轉噴輪叶片运动之微分方程式	212
3 彈子在有徑向叶片之噴彈机噴輪中的运动	213
a) 不考虑彈子重量以及彈子与噴輪叶片的摩擦时, 彈子的运动(214) —— 6) 彈子重量对彈子在噴輪中运动性质的影响 (216) —— B) 摩擦对彈 子沿噴輪叶片运动的影响 (218) —— r) 在无增速器之噴彈机噴輪中彈 子的运动(227)	
4 在叶片傾斜分布之噴彈机噴輪中彈子的运动	231
5 噴輪叶片的磨損	235
6 結論	240

第五章 噴彈硬化的設備、彈子、彈子的檢查與 其制造工艺

1 重力式噴彈設備	243
2 風動式噴彈設備	245
a) 万能噴彈設備 (245) — б) 交通部中央科學研究院設計的噴彈設備 (246)	
3 機械式的噴彈設備	247
a) 中央機器製造及工藝科學研究院設計的實驗用噴彈設備 (248) — б) 中央機器製造及工藝科學研究院設計的 ДУ-1 万能噴彈設備 (248) — в) 硬化板簧的工業噴彈設備 (260) — г) 硬化小螺旋彈簧的工業噴彈設備 (266) — д) 硬化圓柱齒輪的工業噴彈設備 (268)	
4 硬化零件之彈子	270
a) 鑄鐵彈子 (270) — б) 鋼彈子 (271) — в) 彈子之壓碎、击碎、裂碎試驗 (273)	
5 結論	276

第六章 應用噴彈硬化來強化機械零件

1 板簧簧片的噴彈硬化	277
a) 中央機器製造及工藝科學研究院的經驗 (277) — б) 莫斯科斯大林汽車廠的經驗 (278) — в) 高爾基汽車廠的經驗 (280) — г) 交通部有關車廂板簧硬化的經驗 (282)	
2 螺旋彈簧的噴彈硬化	282
a) 中央機器製造及工藝科學研究院的經驗 (283) — б) 莫斯科斯大林汽車廠的經驗 (283) — в) 交通部有關車廂外彈簧的經驗 (284)	
3 深井石油井杆的噴彈硬化 (中央機器製造及工藝科學研究院與國立石油機械設計院的經驗)	285
4 齒輪的噴彈硬化	287
a) 中央機器製造及工藝科學研究院的經驗 (288) — б) 交通部中央科學研究院的經驗 (289) — в) 莫斯科農業機械化與電氣化學院的經驗 (290) — г) 高爾基汽車廠的經驗 (291) — д) 切爾賓斯基拖拉機工廠的經驗 (292)	
5 無軌電車后橋半軸的噴彈硬化 (中央機器製造及工藝科學研究院的經驗)	293
6 熱沖滾動軸承座圈上沖模的噴彈硬化 (中央機器製造及工藝科學研究院和汽車工業組織設計院的經驗)	294
7 冷壓壓彎模之噴彈硬化 (中央機器製造及工藝科學研究院及汽車工業組織設計院的經驗)	295
8 滾動軸承座圈的噴彈硬化 (軸承工業科學試驗研究所的經驗)	295
9 螺旋鑽頭的噴彈硬化 (莫斯科斯大林汽車廠的經驗)	296
10 結論	297
結束語	298

原 序

本书綜述了噴彈硬化的研究、相应設備之計算和設計的方法，以及采用噴彈处理以强化机械零件的經驗。在本书中，除了叙述作者直接完成的新的工作外，还闡述了我国科学研究院、工厂及个别研究者在噴彈硬化方面所进行的工作。

由于外国文献的广告特性，作者仅在其中采用了极其有限的而且在某种程度上对苏联讀者有兴趣的某些部分。

自然，本书沒有包括噴彈硬化的所有問題，但作者期望：本书将对我国工厂在实际中已广泛采用的最有前途的一种强化工艺，無論在繼續研究或在改进方面，发生良好的影响。

概 論

現代的动力机械、运输机械和其他机械，均系在循环負荷下运转。这些机械的质量在很大程度上决定于其最重要零件的疲劳强度。冶金学家和金属学家们的成就显著地扩大了现在应用的机器制造材料的种类。其中很多材料所具有的特殊性能及高的机械特性，对设计师来说是建造坚固可靠的机构的有力的工具。同时应当指出：这些新牌号的鋼和特殊的合金显著不同于过去已知材料之处是在静态机械性能方面，而不是在疲劳机械性能方面。

在确立了零件表面是决定其疲劳强度的基本因素后，对表面光洁度和表面机械性能的要求就大大地增加了。即使经过精细加工的零件如不是具有结构的应力集中（圓角、凹槽），那也会具有工艺的应力集中（机械加工的痕迹）或使用的应力集中（划痕、腐蚀）。使用机器的經驗說明：仅当对零件表面的质量像对材料本身一样有較高的要求时，材料的潜力，尤其是高强度材料的潜力才能显示出来。

零件表面不显著的机械损坏及表面疵病即是疲劳裂纹（图 1 及 2）发生的根源，也决定了零件在受周期性負荷时要提前破坏。通常可用磨削或抛光的方法来提高表面光洁度，但无论在磨削后或甚至在精细的抛光之后，零件表面毕竟还留有切痕和划伤。

随着零件許多加工过程而来的有害的残余拉伸应力也会产生不良影响。在正常磨削之后，零件表层中有害的拉伸应力可达到每平方毫米数十公斤。

当磨削淬过火的零件时，特別在断面急剧变化的地区，尤其不希望此处有表面疵病及有害的拉伸应力——常常观察到金属的局部发热和回火。此时金属在热处理时所得到的机械性能产生了变化，这样就自然对零件的疲劳强度有了不良的影响。

在制造零件的其他一系列工艺过程（澆鑄、热处理、校正及其他）

中所产生的残余应力以及在使用中所出现的应力也引起不小的危险性，此种危险性在许多情况下由于不知道这些应力的分布性质和大小而更加深了。

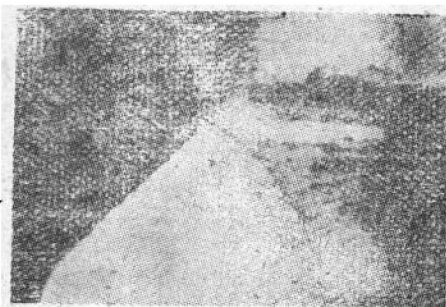


图1 粗机械加工的痕迹-疲劳破坏的原因。

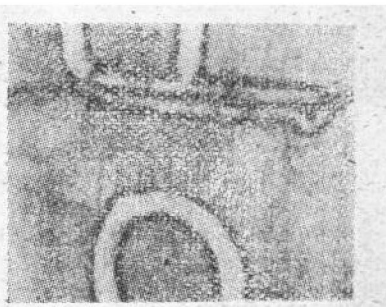


图2 产生疲劳裂纹的根源-电刻商标。

表层具有较低的疲劳强度，这不仅因为表层可能有大量的各种应力集中因素，或可能受着有害的附加拉伸应力的影响，而且还因为表层是破坏金属晶粒完整性的边界。

表层的质量决定了整个零件的强度，这也是因为在基本的应力状态（弯曲、扭转）下，在真实零件上的这一表层承受了外负荷所产生的最大应力。许多零件表面强化的方法（喷弹硬化、辊子滚压、表面淬火、渗碳、氮化、氰化等等）之所以得到广泛的推行和发展就正是这个道理。

化学热处理方法（渗碳、氮化、氰化）能非常显著地提高零件的疲劳强度。但这些工艺过程的主要缺点是持续时间过长。例如，氮化所必须的时间是按几十小时计算。

表面淬火以及用辊子滚压应用于形状相当简单的工件。当表面淬硬层若断若续时，零件的疲劳强度便不会增高而会降低。

只有在考虑经济性和技术的可能性的原则下，对各种表面强化方法进行深刻的研究，才可能从中选择在每个具体条件下最合理的方法。

还在很远的时代，就运用了连续多次冲击而产生塑性变形的方

来进行强化（例如，打镰刀）。但是零件的噴彈硬化却是較新的强化工艺过程。

在三十年代，由于哥尔东（И. М. Гордон）在苏联一个工厂里所进行的研究工作，証明了用噴彈硬化的方法能提高活塞銷的硬度。为此曾采用了重力式噴彈設備。那时，噴彈硬化对疲劳强度的影响尚未进行研究。現在，广泛的試驗工作和噴彈硬化直接在工厂中的实际应用已显示了噴彈硬化已是一种能大大提高机械零件强度和使用期限的工艺过程的巨大潜力及远景。

高的生产率、較低的专用设备費用、以及对各种材料和各种复杂形状零件进行强化的可能性（这种零件的磨削和抛光是困难的）。就决定了这一过程能迅速发展和应用到工业中去。能使零件得到有效的强化而且在許多情况下不需要一系列繁重的加工零件的工序的这一方法的通用性使得無論在普通的或專門的机械制造工厂中它都占有巩固的地位。不仅在苏联，而且在外国，均对这种加工方法加以极大的注意。

噴彈硬化工艺的实质即是使經過机械加工和热处理之成品零件承受一束彈子的作用。彈子（鋼的或鑄鐵的）在其本身重量的影响下，被气流送出或被快速旋轉的噴輪叶片抛出，而使零件表层硬化。此时，金屬表层的物理性能发生了改变，表层的硬度提高了，殘余应力沿零件断面上形成了良好的分布，而且表层的晶粒的方向性及形状均有所改变，因而这种表层对塑性变形和破坏的抗力便增加了。

关于噴彈硬化方面有許多我国和外国作者們的文献；但到目前为止，还未对这些文献进行应有的批判性的分析和总结。噴彈硬化在第一个发展阶段（到1947年）的經驗已闡述于可日洛夫斯基（И. С. Козловский），以及其他作者的一系列文献中。此后，零件的噴彈加工即成为我国許多科学研究院和工厂研究的对象。

在中央工艺及机器制造科学研究院中所进行的相应的研究結果，作者庫得辽夫切夫（И. В. Кудрявцев）、辽布契可夫（А. В. Рябенков）以及这个研究院其他工作人員的著作中都有說到。工艺与生产組

織科學研究院在噴彈硬化方面的經驗洛西夫 (С. С. Лосев) 及西蒙諾夫 (И. Т. Семенов) 的著作中都談到。全蘇鐵路運輸科學研究院 (ВНИИ. МПС) 的經驗列在沙波夫 (Н. П. Шапов) 及斯可爾尼克 (Л. М. Школьник) 的著作中。列寧格勒榮膺紅旗勳章的空軍工程學院 (ЛКВВИА) 的經驗載于普爾契 (Н. М. Пульцин) 的著作中。莫斯科農業機械化和電氣化學院 (МИМЭСХ) 的經驗載于鮑爾霍維奇諾娃 (Е. Н. Болховитинова) 的著作中。軸承工業科學試驗研究院的經驗載于波爾土加洛娃 (А. А. Португалова) 的著作中。

零件的噴彈硬化過程也由其機構研究過。這些研究的結果已經以下的作者加以部分的闡述：謝聯先 (С. В. Серенсен)、麥沙尼諾娃 (Г. П. Мещанинова)、庫茲明 (М. И. Кузьмин)、拉得涅爾 (С. И. Ратнер)、沙辛 (М. Я. Шашин)、沙波斯尼可夫 (И. А. Шапошников)、里斯特加爾杰 (Д. С. Листгартен)、弗列多夫 (В. Н. Фредов) 及札耶契夫 (А. Я. Зайцев)、阿爾洛夫 (Г. М. Орлов)、伊瓦尼可夫 (Д. Г. Иванников)、古列維奇 (Б. Г. Гуревич) 等。

在我國工廠中採用噴彈硬化的經驗以及關於彈子和噴彈設備的生產工藝問題說明在下列作者的著作中：阿松諾夫 (А. Д. Ассонов)、卡拉西夫 (Н. А. Карасев)、斯維什尼可夫 (Д. А. Свешников) 和塔拉索夫 (А. М. Тарасов) 及其他、哥爾實捷因 (Я. Г. Гольштейн) 及捷米揚諾維奇 (А. Н. Демьянович)、維特尼茲基 (А. М. Ветницкий) 及哈爾莫果洛夫 (М. В. Холмогоров)、謝維列夫 (А. Е. Шевелев)、格魯哈夫 (П. Д. Глухов)、古西夫 (В. В. Гусев)、波洛達夫契柯 (П. И. Бородавченко) 及達龍洛夫、А. Н. Дронов別林洛夫斯基 (И. П. Беленовский) 及其他。噴彈設備的設計資料載于運輸機械製造組織研究院 (Оргтрансмаш) 的技術通報中。

所列举的这些远远不够全面的关于噴彈硬化方面的著作說明了在我們的國家里對噴彈強化過程的極大的注意。

很多外國文獻基本上都帶有廣告性質，沒有包括噴彈硬化過程的理論基礎，而且其試驗研究結果敘述得很少。在這些文獻中主要的是

注意各种结构的噴彈設備或彈子的廣告宣傳。試驗工作具有從屬的性質，而且基本上也是追求相同的目的。客觀的和完整的研究結果的資料照例是沒有的。而且許多論文僅限制在報導噴彈硬化的效果，却不說明達到相應強化程度的規範參數。這些資料因為它們經常是不客觀的，故需要批判的處理。在我國噴彈硬化的實踐方面取得相當成就的條件下，蘇聯讀者對這些外國文獻是很少感到興趣的。

本書敘述了作者及我國其他研究者們的理論的和試驗的工作，以及在先進工廠中採用噴彈硬化的經驗。

在第一章中，敘述了伴隨噴彈硬化過程而產生的殘余應力的問題，噴彈硬化過程的高度強化效果在很大程度上是有賴於這種殘余應力的。決定了這些應力、強化層深度與噴彈加工規範各參數間的關係。估計了零件噴彈硬化時的變形。給出了測定零件在表面強化，特別是包括噴彈硬化時所產生的殘余應力的新的試驗方法。介紹了實際運用這個方法的有關知識，並評定了運用現有測定零件表面強化所產生之應力的試驗方法的可能性。其次，這裡還介紹了決定噴彈硬化時所產生的殘余應力的試驗資料，以及影響這種應力的因素：彈子的沖擊角度、硬化時間、被硬化零件之尺寸及形狀、零件的材料及硬度、彈子尺寸、採用風動式噴彈機時的空氣壓力、以及硬化後之發熱或零件的循環負荷。在本章中還介紹了用來估計表面強化零件應力集中區域的應力狀態的應力光學測定法的使用結果。

第二章是關於噴彈硬化對零件，其中主要承受循環負荷的零件的強度的影響，評定了在零件強化中，表層直接強化所起的作用以及噴彈硬化過程中產生之殘余應力所起的作用。引用了強化圖，研究了在噴彈硬化前後進行熱處理對強化效果的影響。從同樣的觀點出發，運用了廣泛的試驗資料以評定硬化時間的影響，以及零件絕對尺寸和各種構造的、工藝的和使用的應力集中（圓角、凹槽、壓上套筒、橫向通孔、表面脫炭層、焊接、腐蝕等等）對零件強化效果的影響。在同一章中，還介紹了對曾經噴彈硬化的零件進行磨削的影響，以及在使用過程中零件的過量負荷對表面硬化達到的強化穩定性的影響。援引