

711
C.2

国际不锈钢会议论文选

廖予群 陆世英 吳 玫 等編譯

刘嘉禾 校閱

目 录

前 言

1. 捷克斯洛伐克主要用于化学及动力工业的不锈钢与合金的发展 (捷).....	1
2. 高温下在引起晶间腐蚀的介质中工作的 18—8 + Ti 稳定化钢的应用条件 (苏).....	16
3. 化学成分对 Fe—Cr—Ni 合金应力腐蚀破裂敏感性的影响 (英)	39
4. 用恒电位极化法设计耐蚀合金 (美)	56
5. 节镍铬锰奥氏体不锈钢 (捷)	73
6. 以氮代替铬镍奥氏体不锈钢中部分镍的可能性	94
7. 低镍不锈钢 (苏)	104
8. 不锈钢及耐酸钢在生产和应用时的各种节约可能性 (匈)	118
9. 高合金铁素体——奥氏体钢中组织转变的研究 (捷)	134
10. 13% 铬钢热处理时的组织转变问题 (捷)	176
11. 回火时碳化物的转变对 13% 铬钢耐蚀性的影响 (芬兰)	180
12. 具有硬化组织的不锈钢 (法)	216
13. 奥氏体不锈钢的高温范性 (捷)	233
14. 电渣重熔——提高不锈钢热强钢及其合金质量的新的有效方法 (苏)	245
15. 1X18H9T 型不锈钢的生产问题 (苏)	269

1. 捷克斯洛伐克主要用于化学及动力工业的不锈钢与合金的发展

J. Pluhař (捷)

第二次世界大战后的初期，由于加速恢复与改组国民经济的需要，以及新的国际经济关系所引起的不同原料基地的变更，在捷克斯洛伐克不锈钢热强钢及合金的科学研究工作者与生产人员面前提出了一系列艰巨的任务。其次还必须充分地保证动力基地和化学工业的大量建设，以及重型机器工业生产急剧上升所需用的国产不锈钢，这些情况是1945年后捷克斯洛伐克经济发展的特点。

第二次世界大战后，不锈钢的消费量迅速增加，现在捷克斯洛伐克在世界范围内已成为大量生产与消费这类材料的国家之一。捷克斯洛伐克机械工业近年来对铬及铬镍不锈钢消费的急剧增长情况如表1所示^[1]。

捷克斯洛伐克不锈钢生产的增长情况

表 1

年 度	1958	1959	1960
产量, %	100	126.2	146

不锈钢的发展迄今所取得的主要成果

考虑到全世界镍的不足，以及捷克斯洛伐克从国际市场购买镍时，在货币上的不利情况，不锈钢科学研究及试验工作的主要内容重点放在探讨节约镍的方法上是不足为奇的，因此在这方面的研究和试验工作的主要方向为：

- a. 更好地利用现有的无镍铬不锈钢；

b. 研究新的无镍或低镍不锈钢;

c. 采用镍含量相同或较低、但具有更高机械性能的钢来减轻所制设备的重量。

铬钢,

在上述的第一个方向方面曾研究了经典的 17% 铬钢以及加钛的 17% 铬钢。从母材以及焊缝着眼, 曾对这类钢的机械性能、腐蚀性能以及其组织与热处理制度和压力加工变形的关系进行了大量试验室研究工作。在完成生产试验研究后, 为这类钢的顺利应用取得了可靠的数据[2、3]。这类钢可以在弱的有机酸介质及大气腐蚀条件下应用, 例如厨房用具、门窗附件、车厢及汽车部件、冷冻及食品工业设备的部件等。含钛的钢较不含钛的钢能经受更高的冷加工变形并能更好地焊接, 此外, 它的优点是退火温度较低及热处理制度简单。相应于国外同类牌号的这两类钢的技术指标列于表 2。

17% 铬钢的机械性能

表 2

钢 号	化 学 成 分 %					机 械 性 能					深冲值, 毫米
	C	Mn	Si	Cr	Ti	σ_B 公斤/毫米 ²	σ_s 公斤/毫米 ²	δ_5 %	ψ %	HB	
ČSN17041 Cr17	最大 0.15	最大 0.9	最大 0.7	17	—	35	55	20	50	155	7
CSN17041Ti Cr17Ti	最大 0.10	最大 0.9	最大 0.7	17	0.6	35	55	30	55	170	9

对以含 12% 铬为基础的不锈钢变种的研究, 虽然主要是研究它们的热强性, 但也属于这类钢研究工作的一部分, 这样可将必须采用奥氏体热强及耐蚀钢的下限温度范围由 565°C 提高到 600°C—620°C, 捷克斯洛伐克研究成功的三种压力加工钢和两种变种铸钢现已经历了生产使用阶段[4—9]。这些钢的全面性能与国外同类钢相同(表 3)。

含钨的这类钢所呈现的反常的局部透蚀现象(图 1—1), 现在正在仔细研究中。

变种铬不锈钢高温使用性能

表 3

钢 号	化 学 成 份 %				600°C 时 的 性 能			600°C保温500 小时后的最小 冲击韧性 米-公斤 厘米 ²	用 途
	C	Cr	Mo	W	V	其他	* $\sigma_{TP} 10^4$ 公斤/毫米 ²	$\sigma_{TP} 10^5$ 公斤/毫米 ²	$\sigma_1 10^5$ 公斤/毫米 ²
压力加工钢	AK2WV 20Cr12Mo2V	11.5	2	—	0.3	—	16	(9)	—
	ŠkodaT58 20Cr12W3V	11.5	—	2.3	0.2	—	—	最小值 11	最小值 6
	20Cr11MoWV	11.5	0.5	0.6	0.25	Nb, Ti B	最小值 14	最小值 7.5	—
铸 钢	ARM10 18Cr11Mo1V	11.0	1.0	—	0.25	—	15	—	—
	ARM11 18Cr11Mo2V	11.0	1.7	—	0.25	—	16	—	—
	ARM12 20Cr11CoW2MoV	11.5	0.5	2.5	0.25	Co=2.2	18	—	—
	ŠkodaT59	12	—	0.7	0.2	—	—	最小值 4	—
									2

() 为经热处理达强度极限为75—90公斤/毫米²的钢。* σ_{TP} 为蠕变破裂强度。



奥氏体钢,

一方面由于上述不锈钢生产中镍的缺乏, 这种缺镍特别因高温合金对镍不断增长着的需要而更为紧张, 另一方面也由于从国内资源取得锰有着良好的远景, 从而在新型奥氏体钢的主要研究方向选择上, 上述情况就成为决定性的考虑因素。

耐热锰铬奥氏体钢的研究的第一阶段开始于 1949 年。根据奥地利等国以往在这方面的的工作, 他们确认铬锰奥氏体钢具有优良的热强性, 但是未能解决该类钢的组织不稳定性问题。Pobořil 及其同事根据对往铬锰类型钢中加入其他元素后, 从组份、组织稳定性、高温抗氧化性及高温强度各方面进行的系统研究结果^[12, 13, 14], 于 1957 年提出了三个应用于温度至 650°C 的奥氏体热强钢: Mn17Cr7Ti (ČSN17481)、 Mn17Cr10V (ČSN17482) 及 Mn17Cr7MoV (ČSN17483)。(ČSN 为捷克斯洛伐克国家标准) Mn17Cr7MoV 钢具有良好的抗蠕变性能, 在 650°C 时 $\sigma_{\text{TP}10^5} = 8$ 公斤/毫米², 是捷克用于此温度范围内最便宜的奥氏体钢。它可用作过热器、高压蒸汽锅炉及蒸汽管道的最暴露的部件。

Löbl 及 Potůček 在 Mn17Cr7Ti 类型钢的铸件研究工作中, 提供了有关锰铬奥氏体热强钢, 以及 Fe—Mn—Cr 合金系某些进一步的研究数据^[15]。

对于上述钢种已有可使用的焊条和相应的焊接工艺。

以往工作中有关 Fe—Mn—Cr 系的研究和冶金方面的经验, 均被利用于奥氏体耐蚀钢 (以锰及氮部分或全部地代镍的形成奥氏体的作用) 的进一步研究中。

在分析了 Cr18Ni5Mn8N 型的钢所具有的各种性能的可能性后, 又进行了全面验证试验, 从而得出牌号为 Poldi AKM (ČSN 17460) 的钢种, 此钢现已在捷克斯洛伐克正常生产, 并和工业

图 1—1 不同钨含量对 11%Cr 钢局部透蚀的影响 (未经浸蚀)
($650^{\circ}\text{C}/1000$ 小时在水蒸汽中的腐蚀)

上图 0%W $\times 200$ 中图 0.9%W $\times 200$ 下图 2.9%W $\times 200$

含錳氮奧氏體經濟不銹鋼

表 4

鋼 號	化 學 成 份 %						機 械 性 能				備 注		
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	N	σ_b / 公斤 / 毫米 ²	σ_s / 公斤 / 毫米 ²	δ_5 %		ψ %	α_k / 公斤·米 / 厘米 ²
壓 力 加 工 鋼	最大 0.12	8	最大 0.60	18	4.5	—	0.25	最小 30	最小 65	最小 37	最小 45	30	棒材，薄板， 管，絲
	0.09	15.5	最大 1.00	17	—	0.5	0.37	最小 40	最小 70	最小 35	最小 45	20	棒材，薄板
	0.09	15.5	1.00	17	1.6	—	0.37	45	75	50	60	25	棒材，薄板
鑄 鋼	0.12	8	最大 1.00	18	5	—	0.20	最小 38	最小 60	最小 45	最小 55	最小 20	奧氏體化溫 度為 1050— 1100℃水冷
	0.12	15	最大 1.00	18	最大 2.00	0.5	0.25	最小 42	最小 70	最小 40	最小 55	最小 20	中小型鑄件

① 或含0.5%Cu。

奧氏體化溫度為1050—1100°C水冷
中小型鑄件

发达国家所应用的类似鋼种（如 AISI 202 或 Z10CMN19—9）基本上沒有差別。現有的經驗表明，此鋼可以代替至今沿用的經典 Cr18 Ni9 (ČSN17241) 类型不銹鋼，并成功地广泛用于食品工业中[16, 17]。

对 Cr18Ni5Mn8N 类型鋼的鑄件已进行过試驗，这些鑄件仍主要用于食品工业中[18]。

曾研究成功了压力变形鋼材及鑄鋼所要求的具有与母材相近的成分及强度性能的焊接补加材料。在由于使用机械性能較低的一般鉻鎳焊条鋼，因而限制了充分利用母材的高强度及高屈服极限以降低結構重量的情况下，这具有重要意义。这类鋼的压力变形鋼材及鑄件的主要性能列于表 4 中。

根据对鉻錳氮鋼的系統研究工作（作者們将作有关研究的詳細报告），提出了两种奥氏体不銹鋼 Cr17Mn15NiSiN 及 Cr17Mn15 MoV，它們的性能指标均列于表 4。与美国类似的 Tenelon 鋼对比，这个类型的鋼除具有滿意的机械性能及工艺性能，以及在 450°—500°C 左右时足够的組織稳定性外，在活化以及鈍化状态下均具有更高的腐蚀稳定性[19]。目前正进行这两种鋼的試制与在生产中推广的工作，同时正在进行試驗炉号的板材加工性使用試驗。

在解决了与这类鋼压力变形鋼材研究的有关冶金及工艺問題后[20—23]，还研究了同类鋼的鑄件在鑄造状态时的性能，此外还特別研究与解决了鑄造工艺及焊接的問題[24, 25, 26]。这类鋼鑄件的主要性能也列于表 4。

使用与 Cr18Ni5Mn8N 类型鋼成分相近的焊条及 Cr18Ni8Mn6 (E 380) 焊条进行上述两种鋼的焊接时，得到的焊接金属也具有高的拉伸极限。

以节鎳为主要目的还进行了具有較高腐蚀稳定性的奥氏体鉻鎳鋼的研究与試制工作，譬如加入鉬銅。Vycklický 的工作[27]提出了准备投产試用的两种含鉬銅的鋼种 (Cr 18 Ni 8 Mo 2 Cu 3 及 Cr21Ni 18 Mo 3 Cu 4)，它們的机械性能及工艺性能，特別是焊接

性能与未加入鉬銅的基本类型的鋼种沒有差別。由于它們在硫酸介质中有显著較高的腐蝕稳定性和較高的抗晶間腐蝕性，故可用以代替合金化較高的 Cr21Ni38Mo 5 Ti 型的鋼 (ČSN17252-Poldi AKOR)。

高强度鋼：

以上提及的含錳及氮的新型鋼种，除了通过其化学成份直接節約鎳外，在許多情況下可以利用它們的高强度来減輕結構的重量并降低材料的总消耗量。但是錳—氮鋼由于冷压力加工而显著强化，使机械加工性能变坏。在具有高的机械性能的同时还具有良好的机械加工性能的以鎳—鉻为基的沉淀硬化两相鋼中，我們选择了五种鋼进行了詳細的研究，其中 Poldi AKVH^[28] 鋼現已投入生产，其成份及性能列于表 5。其它四种含有較高鉻量的鋼中，以鈦稳定的 Cr21Ni 5 及 Cr21Ni 6 Mo 2 鋼，已証实具有优良的性能。預計这些鋼将代替經典的 Cr 18 Ni 9 鋼 (ČSN 17241 及 17242)，Cr18Ni 9 Ti 及 Cr 18 Ni10 Mo2 Ti (ČSN 17247 及 17347) 在食品工业及化学工业的設備生产中得到广泛的应用。但由于上述鋼种的組織中含有大量的 δ -鐵素体相，很遺憾，它們不能在 300°C—350°C 长时使用 (表 5，双相鋼)。

双 相 鋼

表 5

鋼 号	化 学 成 分 %						机 械 性 能				a_k 公斤-米 厘米 ²
	C	Mn	Cr	Ni	Ti	Al	σ_s 公斤/ 毫米 ²	$\sigma_{0.2}$ 公斤/ 毫米 ²	δ_5 %	硬度	
Poldi AKVH① Cr17Ni 7 TiAl	0.08	0.45	17	7	0.80	0.20	176	168		50 H _{Rc}	
Cr20Mn10②	最大 0.10	10	20	—	—	—	70	50	40	200 H _v	15

① 为沉淀硬化状态。

② 为奥氏体化状态。

Vyklicky 研究成功的可焊接鋼 Cr20Mn10 属于具有非常良好机械性能的高热强性的两相鋼^[29]。此鋼主要适用于食品工业設

备及运输工具的部件。由于它有良好的机械性能，特别是在高于 800°C 温度长时使用后仍具有高的韌性，它在炉子的建造中将会得到采用（见表 5）。

对于整个铬及铬镍不銹鋼系統，研究了杂质，特别是磷、硫、砷对于鋼的主要性能的影响。对这个問題近年来国外也很重視。通过对腐蚀稳定性、可焊性及压力变形性能影响的验证結果 [30]，使主要类型不銹鋼的杂质含量上限得以从技术上有根据地加以确定，从而在某些情况下提高了它們的生产經濟性。

除了与不銹鋼及合金有直接关系的工作外，一系列与材料有关的問題也获得了解决，这些成果主要在化学工业的設備中得到应用。例如 Pluhař 及 Vyklicky 所完成的对于 Fe—Al—C 合金的研究 [31—35] 和 Cihal 对于抗氢鋼的研究 [36, 37]。用 Pyroferal 鑄鋼 (30% Al, 1% C) 解决了温度达 1100°C 在高 SO_2 含量气氛中工作部件的抗氧化、耐磨損及抗腐蚀問題。05W 3 Ti 型的鋼已成功地应用于制造氢化設備的部件中。

冶炼及工艺問題的解决

新鋼种的研究和試驗工作是綜合进行的，其中包括有与其生产及处理有关的主要冶金及工艺問題，例如在試驗含錳及氮的鋼时，必需解决如何加氮使其含量接近于其溶解度；返回料的处理以及冶金工艺某些方面的一系列的重要問題，同时还包括新鋼种的焊接工艺，相应的焊条的研究及鑄件的鑄造工艺。这些課題均是以上提及的材料研究工作的組成部分。

特別值得提出的是另一方面的研究工作，它們是解决一些已生产鋼种的工艺改进問題，如对具有較高性能要求的用于峰荷水輪机的 12% 铬不銹鋼大鑄件的研究。对用于上述目的的典型大鑄件的鑄造工艺的模拟及試驗室研究，以及适宜的鑄造工艺的确定，解决了这种材料特有的氧化皮所引起的困难 [38, 39, 40]。

此外，对典型的以及含 2% Ni 的 12% Cr 不銹鋼鑄件的热处理及鑄件的补焊工艺也进行了研究 [41—46]。根据理論分析，得到

了可使特厚壁鑄件韌性及拉伸極限適當配合的熱處理可靠數據。

若干單位對不銹鋼中廣泛存在的熱加工性問題進行了系統的研究，為準確說明成型過程提供了客觀的依據[47]。

物理冶金問題的研究

除了對腐蝕的機理及動力學和屬於外圍性質的電化學問題進行了理論研究外，沒有進行不銹鋼的一般物理冶金的研究。某些與具體鋼號的研究密切相關的問題已獲得解決，其內容已包括在有關的新材料研究報告之中。

Čadek在研究耐蝕熱強鉻鋼時，同時進行了Fe—Cr—Mo—C、Fe—Cr—V—C、Fe—Cr—W—C系中碳化物相的系統研究[48]。上述以及其他的研究[49]和對這些鋼中Laves型金屬間化合物相產生的條件及其影響的研究[50、51、52]，都將有助於改進不銹鋼性能和進一步的探討工作。

與國外情況的比較及今後發展的遠景

由上面的概述可以看出，到目前為止，耐蝕材料領域的大量研究與試驗工作主要放在解決技術及經濟方面的重要問題，即節約鎳及減輕設備重量，從而降低特殊不銹鋼及合金的消耗。

在調質型及鐵素体型鉻鋼方面，捷克斯洛伐克與世界水平大体一致。在加錳及氮的純奧氏體鋼方面則有著最顯著的成果。這類鋼由於具有含鎳量低及屈服極限高的優點，故成為在不降低所製造設備的最高技術要求下節約鎳的重要工具。可以預計，在1965年時，這類鋼將達到奧氏體不銹鋼總消耗量的35—40%。在食品工業的設備中它們將代替80%的經典鉻鎳不銹鋼。

上述類型的鋼的基本發展趨勢將會是怎樣的呢？看來，以進一步加入合金元素的方法來保持該類型鋼的奧氏體組織，但為此必須細致研究及確定的化學成份，不會提供足夠的可能性來提高腐蝕穩定性。然而，以鉻錳為基的雙相鋼的發展則有著廣泛的可能性。可以設想，除了強度有進一步提高外，還可使鋼的切

削加工性有所改善。在已研究成功的 Cr20Mn10 鋼中已可观察到与双相类型鋼相似的一些有价值的性能。但是，目前还不能断定这点，特别是考虑到鎳对于抗晶間腐蝕的有利影响，也許 Cr18Ni 5 Mn 8 N 可能是上述研究的一个更好的起点。

鎳鉻基的双相鋼中的三个牌号均能滿足 σ_s (最小) = 50 公斤/毫米² 的耐蝕材料的要求。在大多数情况下，当表面腐蝕余量对部件尺寸不是决定性因素时，使用它們可使设备的重量显著減輕。这一类型鋼将来的重点，可能是朝研究同类型而用于鑄件的鋼种方向发展。

从主要决定于捷克斯洛伐克不銹鋼今后在化学工业及食品工业方面的需要来看，发展强度 200 公斤/毫米² 左右的沉淀硬化鋼可能是不适宜的。

Cr18Ni 8 Mo 2 Cu 3 及 Cr21Ni18 Mo 3 Cu 4 两个鋼种已滿足了化学工业中用于非常强烈腐蝕介质的材料大部分的需要，从鎳的含量來說，在这类材料中可以認為是經濟的。但由于鋼中加入了銅，它們的生产发展，在冶金工厂中还需要解决由此而引起的某些技术管理問題。

化学工业进一步的需要将靠鎳、鎳—鋁合金，鈦及其合金，以及其他材料特别是塑性材料来解决。

鎳—鉻及鎳—鋁耐蝕合金的研究工作至今尚未开展到应有的规模，而这将是捷克斯洛伐克今后研究工作的重要方向之一。

改善不銹鋼抗蝕性及机械性能的未来潛力是利用变性剂及采用新的冶金工艺，首先是真空冶炼。为消除焊縫区以及在临界温度区长时使用时所遭受的晶間腐蝕的危險，同样可采用降低鋼中含碳量的方法。世界各国对这个問題均十分重視。捷克斯洛伐克在这方面已进行了和正进行某些研究工作，但由于大部分力量仍放在解决节鎳鋼的主要任务上，即研究經濟的鋼种，所以至今还未能取得对鋼的組織及性能有效影响的充分数据。这一方向可能是捷克斯洛伐克将来在耐蝕鋼及合金領域中理論及試驗研究工作的主要特点。

参 考 文 献

[1] Grigar F., Vaněčková M., "Chemický průmysl a jeho Úkoly V čs. národním hospodářství", *Ekonomika Chem. průmyslu* (1961) čís. 2, str. 183—199.

[2] Vyklický M., "Nerezavějící 17% Chromová ocel s přísadou titanu. SNTL, 1960.

[3] Vyklický M., "Vlastnosti a použití 17% Chromové nerezavějící oceli (ČSN 17041), SNTL 1959.

[4] Koutský J., "Vývoj modifikovaných 12% Chromových ocelí pro výkovky a odlitky." *Hutnické Listy* (1959) čís. 12, str. 1105—1108.

[5] Pluhař J., Výzkumná zpráva SVÚMTZ -57-568 z roku 1957.

[6] Pospíšil I.R., Výzkumná zpráva SONP-Kladno z roku 1957.

[7] Pluhař J., Šícha M., "Chromová nerezavějící ocel s přísadou Mo a V pro použití do teploty 600°C." *Materiálový Sborník 1960/II* v tisku.

[8] Pluhař J., "Nerezavějící Chromové ocelí na Odlitky pro Službu za Vyšších teplot." *Sborník Vědecko-techn. Konference ČVUT 1961. SNTL v tisku.*

[9] Koutský J., Pilous V., Pokorný R., "Zkušenosti s Vývojem modifikovaných 12% Chromových ocelí pro součásti parních a plynových turbin LZ." *Zváračský sborník* (1961) čís. 4, v tisku.

[10] Čadek J., Foldyna V., "Zušlechtitelné Žárupevné ocele na bázi 12% Cr v energetice." *Zváračský sborník* (1961) čís. 4, v tisku.

[11] Pobořil F., Knotek M., Zezulová M., "Příspěvek ke konstituci austinit. ocelí Mn—Cr a Cr—Ni pro službu za vyšších teplot." *Hutnické Listy* (1955) čís. 12, str. 725—737.

[12] Pobořil F., Jehlička P., Majer F., Zeznlová M., "Žáru-

pevná austenitická ocel Mn—Cr 1717 Ti.", Výzkumná práce v oboru železa a oceli, str. 91—117. SNTL. 1958.

[13] Pobořil F., "Další příspěvek ke konstituci austenit. ocelí pro službu za vyšších teplot.", Hutnické Listy (1958) čís. 11, str. 969—979.

[14] Pobořil F., "Vývoj Úsporných austenitických žárupevných ocelí v ČSSR", Hutnické Listy (1959) čís. 12, str. 1121—1125.

[15] Löbl K., Potůček B., "Výzkum žárupevnosti a zaruvzdornosti austenitické oceli na odlitky Mn—Cr (Ti) 1717.", Slévárenství (1958) čís. 4, str. 97—106.

[16] Potůček B., "Úsporná nerezavející Cr Ni Mn N austenitická ocel.", SNTL 1960.

[17] Hýbek K., Šolc J., Zezulová M., "Stav vývoje úsporných austenitických oceli typu CrMnNiN.", Strojírenství (1961) čís. 4, str. 275—282.

[18] Löbl K., Šustek A., Hýbek K., "Úsporná austenitická nerezavející ocel na odlitky typu CrNiMnN.", Slévárenství (1960) čís. 9, str. 333—340.

[19] Pobořil F., Zezulová M., Výzkumná zpráva VÚHŽ z r. 1960.

[20] Pobořil F., Zezulová M., "příspěvek k metalurgii austenit. oceli Cr—Mn a Cr—Mn—Ni Legovaných dusíkem." Hutnické Listy (1958), čís. 11, str. 969—979.

[21] Pobořil F., Zezulová M., "Легирование азотом аустенитных хром-марганцовистых сталей", Сталь (1959), čís. 7, str. 617—625.

[22] Protiva K., "Vývoj výroby nerezavejících oceli v pecích SM.", Hutnické Listy (1961) čís. 1, str. 7—12.

[23] Löbl K., Hýbek K., "Přetavování vratného odpadu austenitických oceli CrNiMnN.", Hutnické Listy (1961) čís. 1, str. 13—19.

[24] Löbl K., Šustek A., Hybek K., "Vývoj a výzkum austenitické oceli typu CrMnN na odlitky.", Strojírenství (1960) čís. 12, str. 907—915.

[25] Löbl K., Kabrhel A., "Svařování úsporné nerezavějící bezniklové austenitické oceli typu CrMnN v ochranné atmosféře.", *Zváření* (1960) čís. 10, str. 286—290.

[26] Löbl K., Lehký Z., "Svařování Úsporných nerezavějících austenitických Ocelí Legovaných dusíkem.", *Zvářačský sborník* 9, čís. 4, str. 445.

[27] Vyklický M. "Nerezavějící austenitické chromniklové ocele s molybdenem a mědí.", *Hutnické Listy* (1960) čís. 9, str. 671—679.

[28] Kraus B., "Nové typy nerezavějících oceli ve výrobním programu SONP Kladno.", *Zváření* (1961) čís. 6, str. 172—174.

[29] Vyklický M., Patentní přihláška PV 2567—61.

[30] Beneš F., Tlustá D., "Arsen a fosfor ve vysokolegovaných Chromových a chromniklových ocelích.", *Hutnické Listy* (1960) čís. 12, str. 929—936.

[31] Pluhař J., Vyklický M., "Úsporné Žárovzdorné slitiny pro teploty nad 800°C.", *Slévárenství* (1954) čís. 4, Práce čs. výzkumu slévárenského str. 9—16.

[32] Pluhař J., Vyklický M., "Čs. patent čís. 84598 (1954).

[33] Pluhař J., "Karbidecké Žárovzdorné slitiny Železa a hliníku.", *Problémy a výhledy našeho hutnictví a Slévárenství SNTL* 1956.

[34] Vyklický M., Tůma H., "Krystalizace technických slitin Fe—Al—C v oblasti tuhého roztoku.", *Hutnické Listy* (1959) čís. 2.

[35] Pluhař J., Vyklický M., "Properties and possibilities of application of the heat resistant alloy Pyroferol.", *Technical Digest* (1960) čís. 9, str. 53—58.

[36] Číhal V., Čs. patent čís. 92526 (1957).

[37] Číhal V., "K otázce Koróze ocelí v podmínkách syntézy Čpavku.", *Hutnické Listy* (1961) čís. 7, str. 483—489.

[38] Šustek A., Výzkum. zpráva SVÚMT Z—59—644 z r. 1959.

[39] Bednařík M., Přednáška na XXVII. mezinár. slévárenském kongresu, Curych, 1960.

[40] Bednařík M., "Modelování proudění Kovu při řešení vtokových soustav.", Slévárenství (1960) čís. 1, str. 2—5.

[41] Fremunt P., "Mechanické hodnoty oběžné Lopaty Kaplanovy turbíny.", Slévárenství (1960), čís. 9, str. 304.

[42] Scholz O., Výzkum. zpráva SVÚMT 2—60—926 z r. 1960.

[43] Drápal S., "Strukturní přeměny při tepelném zpracování Litých 13% Cr ocelí.", Hutnické Listy (1960), čís. 12, str. 961—971.

[44] Drápal S., "Vliv tepelného zpracování na mechanické vlastnosti Litých 13% Cr ocelí.", Hutnické Listy (1961) čís. 2, str. 120—128.

[45] Koutský J., "Einfluss von metallurgischen Faktoren auf die Sprodigkeit des 13% Chromstahlgusses für die Wasserturbinen.", Freiburger Berg- und Hüttenmännische Tage, Květen 1960.

[46] Koutský J., Pilous V., Janděš F., "Oprava odlitků z 13% Chromové oceli s niklem a bez něho Svařováním.", Slévárenství (1961) čís. 7, str. 245—249.

[47] Elfmark J., Kandid. disertační práce 1960.

[48] Čadek J., "Precipitace Karbidů v Legovaných ocelí.", Doktor. disert. práce, 1960.

[49] Sie Si-san, "Strukturní zmeny ve slitinách Fe—Cr—Mo—C.", kand. disert. práce 1960.

[50] Ježek J., Koutský J., Pluhař J., "Podstata precipitátů Vylučujících se z 12 procentních chromových ocelí v oblasti nad 550°C.", Hutnické Listy (1959) čís. 5, str. 469.

[51] Pluhař J., Tůma H., Ježek J., Pospíšil R., "Intermetallické fáze ve 2 typech modifik. 12% Chromových ocelí.", Hutnické Listy (1959) čís. 12, str. 1108—1112.

[52] Koutský J., Ježek J., "Kproblému precipitace Lavesových fází v modifikovaných 12% Chromových ocelích.", Hutnické Listy (1960) čís. 11, str. 864—867.

廖予群譯 (以俄文稿为主, 参照英文稿譯出)