

镍 200 / N7



核 诚

镍 200/N7

W.Nr. 2.4060 和 2.4066

ISO NW2200

UNS N02200

秦皇岛核诚镍业有限公司

TEL: 0335-7521553 FAX: 03357521555

E-mai: hcny0003@126.com

河北省秦皇岛市山海关区沈山路 18 号

镍200 材料

材料特性

商用纯镍或低合金镍的特点在很多领域是非常有用的，如：化学过程和电子行业等。镍对各种还原性化学物质有一定抗力，而对苛性碱的抗力是无法替代的。与镍基合金相比，商用纯镍有更高的导电和导热性能，同时居里温度也更高，具有良好的磁致伸缩性能。退火镍具有低的硬度以及良好的延展性和柔韧性。这些特性加上其良好的焊接性能使得该金属容易加工成型。镍的加工硬化速率相对较低，但它可以通过冷做达到中等强度水平并保持其延展性。

镍200（UNS N02200/W.Nr. 2.4060 和2.4066/N7）是商业纯镍（99.6%）。它具有优良的机械性能和优异的在很多腐蚀环境的抗力。该合金的其它有用特点包括其磁性能、磁致伸缩性能、高的导热和导电性能、低的含气量和低的蒸发压。镍200的腐蚀抗力使得它在面对如食品、人造纤维以及苛性碱等需要保证产品纯净的应用中特别有用。在结构应用中当腐蚀抗力是主要考虑因素时使用也很广泛。其它的使用包括化学制品的输送桶、电子电气部件、航空航天以及导弹部件。

表1 牌号及标准

材料 牌号	标准 系列	标准							
		化学 成分	管材		板材	棒材	带材	焊丝	锻件
			无缝管	焊接管					
美标 N02200	ASME		SB 161	SB 751	SB 162	SB	SB	AWS	SB
			SB 163	SB	SB 906	160	162	A	564
			SB 829	775				5.14	
国标 N7 NW2200	GB/T	5235	2882	/	2054	4435	2072		26030
	NB/T		47019 47047	/	47046				47028
	JB/T				4748				

表2 化学成分

元素	C	Ni+Co	Mn	Cu	Si
国标 N7	≤0.15	≥99	≤0.35	≤0.25	≤0.3
美标 N02200	≤0.15	≥99	≤0.35	≤0.25	≤0.35
元素	Cr	Fe	P	S	
国标 N7	≤0.2	≤0.4	—	≤0.01	
美标 N02200	—	≤0.4	—	≤0.01	

表3 物理性能

密度	8.89 g/cm ³
熔点	1435~1446℃

表4 退火镍的物理性能

温度 (°C)	膨胀系数 (μm/m·°C)	导热系数 (W/m·°C)	电子系数 (μΩ·m)
-200	10.1	—	—
-100	11.3	75.5	0.050
20	—	70.3	0.096
100	13.3	66.5	0.130
200	13.9	61.6	0.185
300	14.2	56.8	0.260
400	14.8	55.4	0.330
500	15.3	57.6	0.365
600	15.5	59.7	0.400
700	15.8	61.8	0.430
800	16.2	64.0	0.460
900	16.6	66.1	0.485
1000	16.9	68.2	0.510
1100	17.1	—	0.540

表5 弹性模量

温度 (°C)	杨氏模量 (GPa)	剪切模量 (GPa)	泊松比
26	205	79.6	0.29
100	200	77.9	0.28
200	195	75.8	0.29
300	190	73.8	0.29
400	183	71.4	0.28
500	177	69.0	0.28

机械性能

表6 常温下的机械性能

类型和尺寸	抗拉强度	屈服强度 0.2%,	延伸率 (50mm)	硬度	
	(MPa)	(MPa)	(%)	布氏	洛氏B
棒材					
冷加工					
圆棒, ≤25.4	≥550	≥415	≥10 ^①		
圆棒 > 25.4~101.6	≥515	≥345	≥15		
四方、六方, 长方等	≥450	≥275	≥25 ^①		
热加工					
所有形状及尺寸	≥415	≥105	≥35 ^②		
退火态的					
杆和棒及所有尺寸 的圆环和圆饼	≥380	≥105	≥40 ^①		
热轧板					
退火的	≥380	≥100	≥40		
冷轧板					
退火的	≥380	≥100	≥40		
1/4淬硬的	...	...	...		70-80
1/2淬硬的	...	...	...		79-86
淬硬的	≥620	≥480	≥2		
带材					
退火的	≥380	≥100	≥40		
表面淬硬的	...	...	...		64-70

1/4淬硬的	...	...	...	70-80	
1/2淬硬的	...	...	...	79-86	
类型和尺寸	抗拉强度	屈服强度 0.2%,	延伸率 (50mm)	硬度	
	(MPa)	(MPa)	(%)	布氏	洛氏B
3/4淬硬的	...	...	...	85-91	
淬硬的	≥620	≥480	≥2		
回复回火				≥95	
管材					
退火	≤127mm	≥380	≥105	≥35	
	> 127mm	≥380	≥80	≥40	
去应力	≥450	≥275	≥15		
换热管					
退火	≥379	≥103	≥40		
去应力	≥448	≥276	≥15	≤65	

对于厚度小于1.27mm的，建议使用洛氏表面硬度或维氏硬度试验。

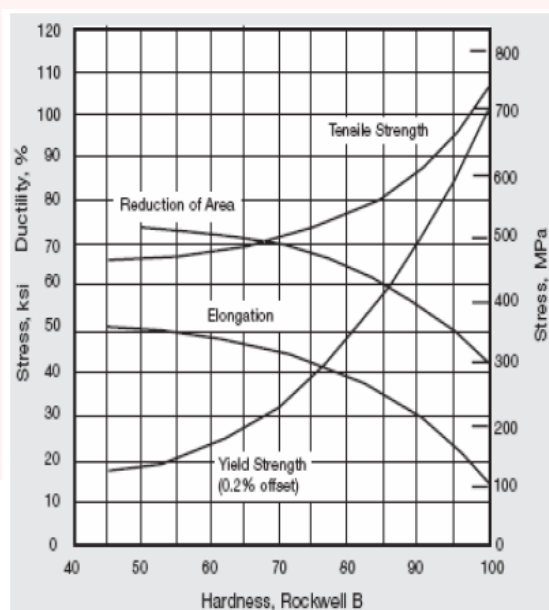


图1 镍200棒的拉伸性能和硬度的大致关系

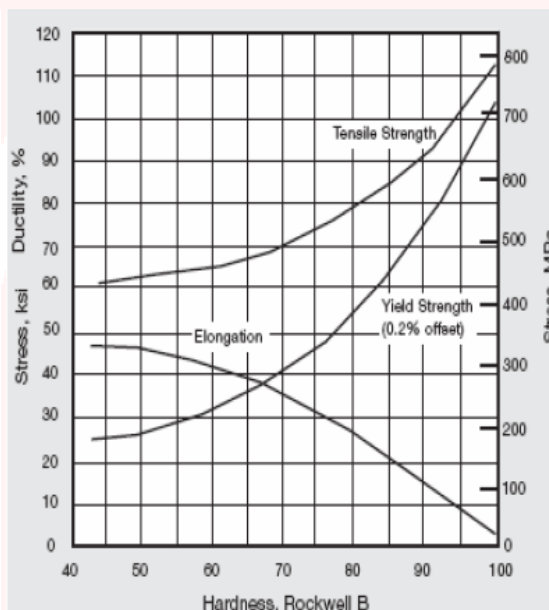


图2 镍200薄板和带材的拉伸性能和硬度的大致关系

扭转强度

镍200的扭转性能见表7。开裂强度是按照假设在整个横断面上的剪切应力相等时会发生开裂来计算的。

表7 冷拔棒扭转性能 (直径25mm)

断裂强度 (MPa)	558
扭转 (°/mm)	13.4

表8 镍200的剪切强度

退火状态	剪切强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	硬度 (洛氏B)
退火态	359	469	46
半硬态	400	545	90
硬态	517	834	100

高温性能

镍200 在较高温度下的机械性能见图3和图4。然而镍200通常被限制在低于315°C下使用。在高温下镍200产品会发生石墨化，这会使产品的性能严重下降。在315°C以上使用时，更常用的是镍201。镍200和镍201是被ASME 锅炉和压力容器代码Section VIII, Division 1 批准的结构材料。镍200批准的使用温度可以达到315°C，镍201批准的服役温度可达到677°C。

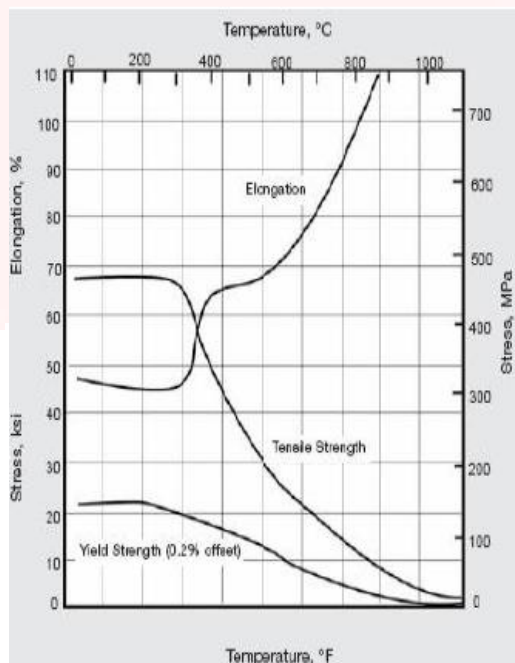


图3 退火镍200的高温拉伸性能

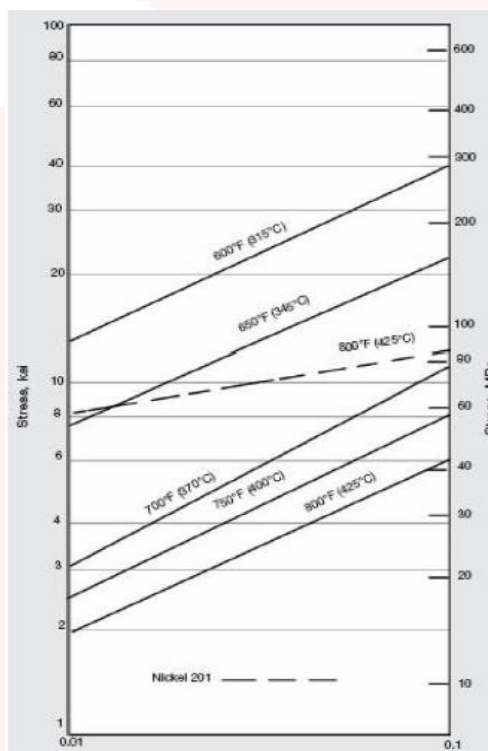


图 4 最小蠕变速率, %/1000
退火镍 200 的典型蠕变强度

低温性能

镍200的低温拉伸性能见表9和10。图5 为材料从室温到低温的应力应变曲线。
疲劳和缺口疲劳强度见图6和图7，低温冲击强度见图8。

表9 退火镍200 棒材的低温拉伸性能

温度 (℃)	直径 (mm)	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)	断面收缩率 (%)
-255	25.4	—	—	—	—
	19.0	758	259	60	70
-185	25.4	690	197	53	75
	19.0	621	190	61	75
-130	25.4	569	186	46	78
	19.0	538	165	57	68
-75	25.4	524	186	43	72
	19.0	490	152	51	65
-20	25.4	483	169	44	75
	19.0	455	148	49	65
21	25.4	448	172	42	78
	19.0	441	145	48	66

表10 镍200的低温拉伸性能

状态	温度 (℃)	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (51mm) (%)	断面收缩率 (%)	洛氏硬度C
热轧	-190	710		51.0	—	—
	-180	676	193	—	—	—
	-80	527	190	—	—	—
	室温	452	169	50.0	—	—
冷拔	-79	774	702	21.5	60.9	22
	室温	713	672	16.3	66.9	19

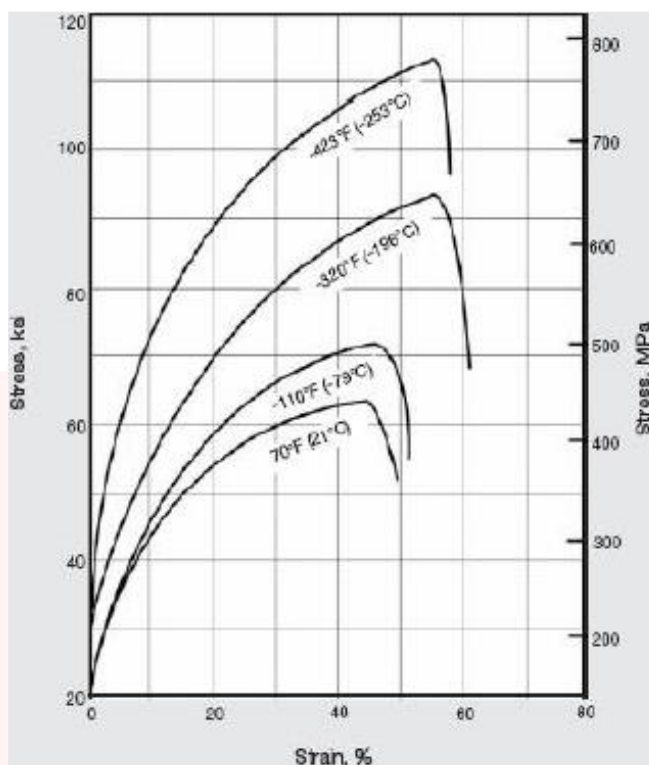


图 5 退火镍 200 棒材低温应力应变图

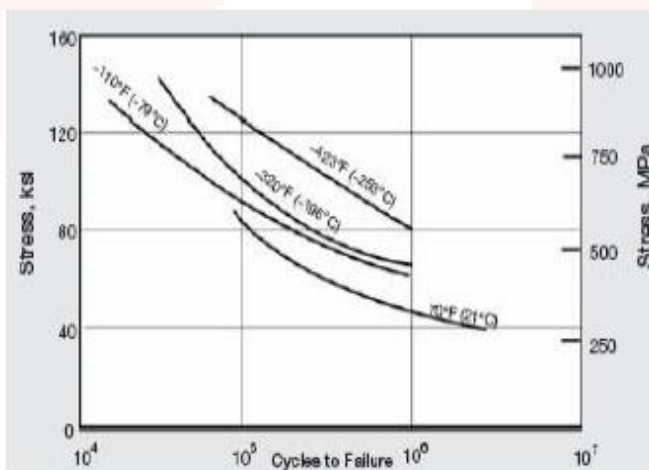


图 6 镍 200 退火 0.53mm 厚薄板低温疲劳强度
(完全反向弯曲实验，材料的拉伸强度为 425MPa)

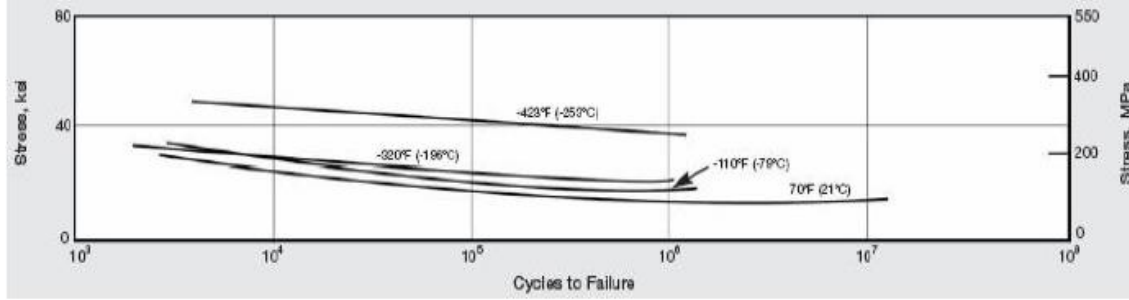


图7-镍200 退火0.021 in.(0.53mm 厚) 薄板的低温缺口疲劳强度。
(实验条件: 完全反向弯曲, 材料的拉伸强度为61.6ksi(425MPa);缺口集中因子 (Kt) =3.0)

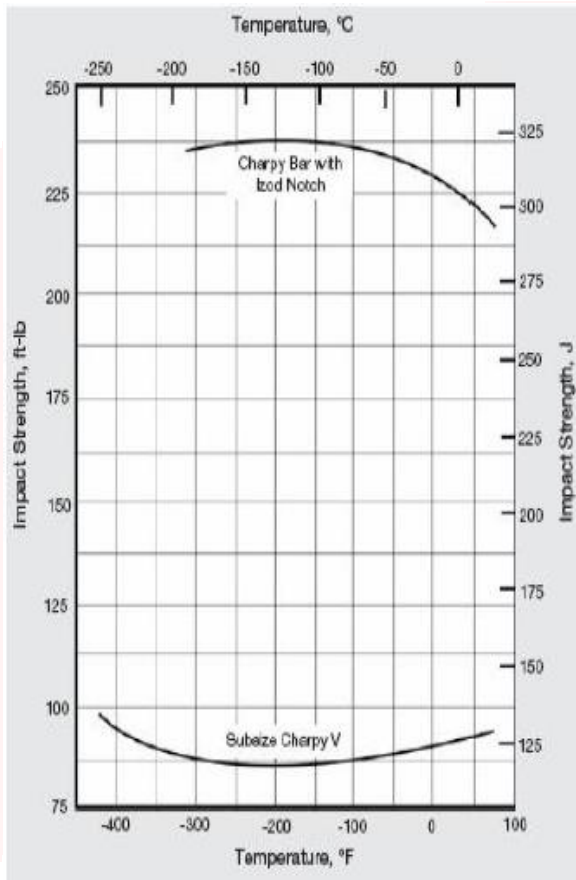


图8 退火镍200 棒的低温冲击强度

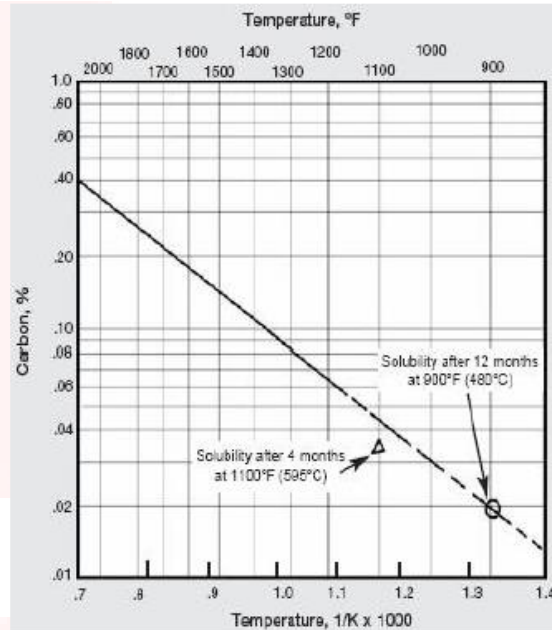


图9 碳在镍中的溶解性。

实线部分的数据是通过DH499 (99.9%) 镍在湿氢气1000° C下加热2 小时, 再在75%氢气和25%甲烷混合气中在实验温度下加热1 小时而获得的。三角和圆形符号代表在商业花商品上进行的实验; 样品在实验前在 (1315° C) 下退火

金相结构

镍200 是一种面心立方结构的固溶合金。微观结构中通常典型的表现出少量的非金属夹杂, 夹杂主要为氧化物且不随退火而改变。在425-650°C温度范围内的暴露时间将产生石墨沉淀物 (见图9)。由于这个原因该合金不推荐在315-650°C温度范围内使用; 在此温度范围应使用镍201。

Nickel 200 & N7

腐蚀抗力

镍200在很多腐蚀介质中非常耐蚀。虽然大多数使用是在还原环境中，它也可以在形成钝化性氧化膜的氧化条件下使用；镍200对苛性碱的优异抗力就是基于这一种保护的。在所有的环境中，当涉及温度高于315°C时，首选的材料都是镍201。

环境

通常镍200在室内气氛中保持光亮状态。在室外，由于形成了很薄的保护膜(通常是硫酸盐)，其侵蚀速率也很低。侵蚀速率随气氛中二氧化硫含量(如在工业领域中)的增加而增加。在海洋和田园环境中的腐蚀速率均非常低。在大气暴露实验中的结果见表15和16。在1957年的实验中，点蚀深度和机械性能的损失几乎为零。

水

镍200 对蒸馏水和天然水的耐蚀能力是非常优异的。在蒸馏水中发腐蚀速率小于0.0003mm/a。在民用热水温度直到95°C下通常小于0.0005mm/a仅在偶尔会高于0.005mm/a。镍200 能有效的耐含硫化氢或二氧化碳的水溶液腐蚀。在含50: 50 饱和和二氧化碳的蒸馏水和空气71°C下，其腐蚀速率低于0.025mm/y。材料被用于油井中作为筛网来抵抗硫化氢和盐

水腐蚀。镍200 在流动的海水(即使流速非常高)提供了优异的性能，但在停滞或流速非常低的海水中在有机物的污垢或其它沉积下可能出现非常严重的局部腐蚀。在水蒸气系统中含有一定比例的二氧化碳和空气的系统中，腐蚀速度开始时非常高但在环境中含有利形成保护膜时随时间推移腐蚀速度会降低。但铁的腐蚀产物等杂质会干扰这种保护膜的形。为防止侵蚀，在这类系统中应该带有供水消气泡装置或除去不可压缩(凝缩)物质的设备。

酸

硫酸

在低温或中温环境中镍200 可以与硫酸一起使用。通风和提高温度均能增加腐蚀速率，所以在硫酸中使用镍200 的原则是室温的非充气溶液。氧化性盐的存在也会加速腐蚀。一些典型的数据见表9。

表9表17-镍200 在硫酸中的腐蚀（实验室结果）

酸的浓度%	温度（℃）	速率（m/min）	腐蚀率（mm/a）	
			无空气	有空气
1	30	4.7	—	1.2
	78	4.7	—	2.79
2	21	None	0.051	—
5	18	None	0.056	—
	30	4.9	0.23	1.55
	60	None	0.25	—
	60	4.7	—	2.2
	71	4.9	—	2.62
	77	None	0.53	—
	78	4.7	0.76	5.08
10	21	None	0.43	—
	60	4.7	—	2.3
	77	None	0.30	—
	80	None	—	3.05
20	21	None	0.40	—
25	82	7.9	—	2.1
48	70	None	0.46	—
50	30	4.9	—	0.41
70	35	4.7	0.74	—
93	30	4.7	—	0.25
	65		3.71	—
95	21		1.8	—

盐酸

根据能获得的数据，镍200 可以在充气或不充气的室温浓度不超过30%的盐酸中使用。成功使用的重要原因是其腐蚀产物氯化镍在这个浓度范围的溶解度相对较低。因此，在溶液在高流速的情况下使用时一定要小心。同样提高温度和充气将加速腐蚀。当使用在含饱和空气、高于室温的盐酸时浓度通常限制小于3-4%；但完全空气饱和的溶液在工业中并不常用。如果存在任何形式极小量的氧化性盐腐蚀速率将升高。在浓度低于0.5%的情况下，材料可以满足温度直到150-205℃的使用。

氢氟酸

镍200 对无水氢氟酸即使在较高温度下也有优异的耐蚀性。然而在水溶液中，其应用通常限制在温度低于80℃以下。即使在室温下，也发现60-65%的商用等级酸也可以造成镍200 的严重腐蚀。

磷酸

由于商用磷酸通常含有能加速腐蚀的氟化物和三价铁离子杂质,镍200 的使用通常很有限。在纯的不通气的磷酸中,在环境温度下的各种浓度中的腐蚀速率均比较低。在热或浓缩的磷酸溶液中,腐蚀速率通常很高,不能达到合理的服役寿命。

硝酸

镍200 仅在室温浓度不高于0.5%的硝酸中使用。有机酸通常如果含气量不是很高的情况下镍200 对有机酸的抗力是非常优异的。它对脂肪酸类如硬脂酸和油酸有良好的抗力。

碱

镍200 的突出的耐蚀性能就是它对苛性钠和其它碱类的抗力。(氢氧化铵除外。镍200 不会被无水氨或浓度为1%的氢氧化铵侵蚀,更高的浓度会引起快速侵蚀。)已证实该材料在工厂的许多涉及碱的工艺中得到应用。在苛性钠中镍200对所有浓度和温度包括熔融状态都有出色的耐蚀性。浓度低于50%时即使在沸腾状态,腐蚀速率也可以忽略。随浓度和温度升高,腐蚀速率升高非常缓慢。表11该材料的性能示例。镍200在高浓度苛性钠中突出的耐蚀性能的主要贡献来自在溶液中暴露时形成的黑色保护膜。氧化镍膜导致在大多数条件下长时间暴露时的腐蚀速率显著降低。由于腐蚀性氯酸盐的存在能明显提高腐蚀速率,应该尽最大努力来消除它们。可氧化的硫化物也有增加苛性钠对镍200腐蚀性的倾向;增加足量的过氧化钠来使硫化物氧化成硫酸盐将抵消这种情况。

表11 镍200在50%苛性钠中的实验室腐蚀实验

温度 (°C)	压力	速度 (m/min)	试验时间 (hr)	腐蚀率 (mm/a)
30	大气		120	0.0015
30	大气		24	0.008
90	大气	4.6	24	0.014
100	610mm		24	0.018
100	610mm		240	0.0018
100	620mm		264	0.013
130	大气		720	0.028
150	大气		336	0.010
155	大气		672	0.013
155	260mm	23	20	0.030

该金属在任何氯化物盐中均不会遭受应力腐蚀开裂并对所有非氧化性卤化物有出色侵蚀抗力。氧化性的酸性氯化物如三价铁、二价铜和水银腐蚀性都非常强，在与镍200一起使用时仅能在低浓度下。四氯化锡的氧化性较低，镍200对其稀释溶液在大气温度下是耐蚀的。在氧化性的碱性氯化物中长期使用镍200的最大的安全极限为氯含量为500ppm。对断续使用并在中间有漂洗清洁操作的情况浓度达到3克/升是允许的。在漂白工艺中，会用到硅酸钠（比重1.4）作为腐蚀缓蚀剂，少量如0.5毫升/升使用在漂白中证明是有效的。一些活性非常大并腐蚀性的氯化物如三氯化磷、三氯化磷、亚硝酰基氯化物、苯甲基氯化物和苯酰氯化物通常是在包含在镍200的使用范围里。该材料对中性碱性溶液具有优异的耐蚀性。即使在非常严酷的暴露条件下，腐蚀速率通常小于0.13mm/a。

氟和氯

虽然氟和氯强氧化剂会与金属反应，但在特定条件下镍200可以成功的在这种条件下应用。在室温下镍200形成保护性氟化物膜可以满足处理在低温下处理氟。在较高温度下，201比200更好。镍200在低温下能有效抵御干氯。氯化氢（由氢和氯组成）在干的状态下的行为与干氯相似。在低温湿氯或温度低于露点的湿氯化氢中，镍200的行为与盐酸中有些相似。已发现25%的湿氯化氢不会影响镍200的腐蚀速率，0.008mm/a为在205°C下湿和干气体的腐蚀速率。

溴

已发现镍200在室温商品化干燥的溴加上硫酸中的腐蚀速率为0.001 mm/a在水饱和的溴中腐蚀速率为0.064mm/a。该材料也抵抗蒸发溴的侵蚀。

苯酚

由于镍200可以保护本分不致污染和变色，苯酚通常存储和运输均使用镍200-复合板罐和罐车。

加工

加热和酸洗

镍200可以在其重结晶温度以上很宽的温度范围内退火。对经过很大冷变形的材料，温度可以低到595°C到650°C，但从实用性考虑，温度范围通常为高于705°C到925°C。由于缺少在更复杂合金中的能够抑制晶粒长大的一定量的残留元素和第二

相，镍200 在较高温下下的晶粒长大非常快。图10 为各种退火温度对晶粒尺寸的影响。在较高温下，在温度下暴露的时间必须严格监控来控制晶粒尺寸的过分长大。在分批箱式炉、釜或开式炉中退火通常的温度范围为705°C到815°C，根据零件截面尺寸和所包含的冷做量，退火时间为30 分钟到3 小时不等。镍200 有相对较高的热传导率，因此加热速率相对较高。冷却速度要求不严格；淬火不必要，除非作为减少热处理循环的时间或部分的减少在氧化性气氛中加热和冷却时表面的氧化。这种减少氧化的方法是在含2%酒精的水中淬火。一种松软的氧化物会存在，但可以通过标准的酸洗溶液消除。在推进式、滚筒炉膛和传送带炉式的连续退火时，通常温度范围为790°C 到955°C，在热区的时间为15 到45 分钟。带材和线材可以成束的退火，温度范围为870°C 到1040°C，时间为在热区从5 到10 分钟知道几秒钟。

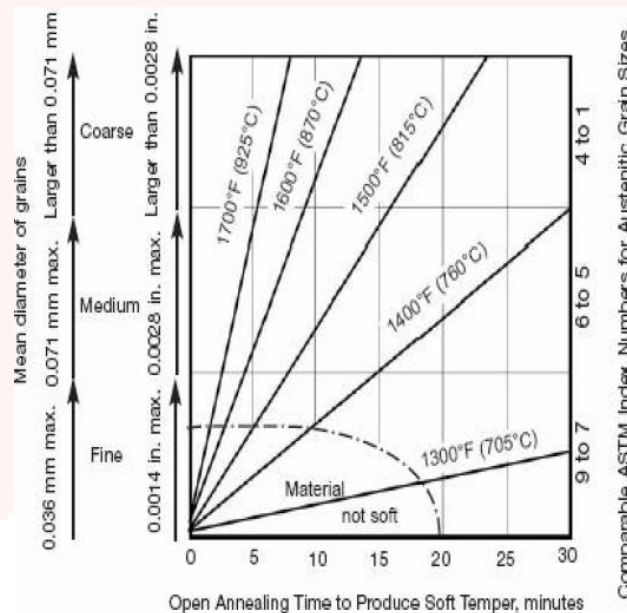


图10图 开式退火条件对镍200 晶粒尺寸的影响

制造厂应该根据经验建立专门的热处理方法，通过选择合适的温度范围和处理方式来提供合适的晶粒尺寸和性能。细到中等晶粒尺寸对保持在成型过程中的平滑表面是必须的，其尺寸为0.025到0.10mm，对应的ASME 晶粒尺寸为7-1/2 到3-1/2。在925°C退火1 小时或更长时间将导致硬度大约在Rockwell B 20 到40 之间。这种处理通常被叫做绝对软化退火，由于其机械性能低并且晶粒结构粗大，仅在特殊应用如爆裂膜片中使用。退火应该在还原气氛中进行以保持光亮表面，常用干氢气和分离氨；但更经济的气氛如部分燃烧过的天然气也能提供适当的光亮度。由于存在危险的晶间氧化，应避免在高温氧化性气氛中加热。镍200对硫磺和如铅、锡、锌和铋等低熔点金属的晶间侵蚀非常敏感。在实际使用时在加热前应该特别小心除去所有的润滑剂、

标记、车间灰尘等。

冷、热成型

热成型：镍200 可以方便的进行各种形状的热成型。在成型中合适的温度是达到热延展性的最重要因素。推荐的热成型温度范围为650°-1230°C。所有大变形量的锻造应该在870°C以上进行，该材料在此温度以下很快会变硬。但在该温度下的轻微锻造会产生更高的机械性能。实验室对环状应用的锻件盘的实验表明在650°C对材料进行50%的变形可以提高其在650°C的拉伸性能。热弯曲的最佳温度范围为870°-1230°C。在任何操作中均应注意避免将镍200 在1230°C以上进行加热。

加热镍200 的炉子应该设计成在气体接触到金属之前就燃烧。最好使用无硫的气体 and 燃油。如果采取合适的措施低硫含量的燃油（低于0.5%）可以达到良好的结果。加热镍200 的气体的总含硫量绝对不能含超过30/100 立方英尺气体（0.68 克/立方米），最好不要超过15/100 立方英尺气体（0.34克/立方米）。在此还原性气氛对避免氧化是必须的。金属应该装入预加热的炉子并在达到需要的温度后尽快取出快速加工。应该提供钢轨或其它支撑来防止金属接触炉子的底部或侧边。有时防止金属被炉顶散裂物污染也是必要的。

冷成型

镍200 可以使用现有的任何冷成型方法加工。总的来说，除了由于镍200 具有更高的弹性极限而使它在成型加工时需要更大的动力外，它的其它行为和低碳钢类似。因此，手工操作如旋压、手工锤打等仅限于简单形状。大加工量的手工成型只能通过频繁的退火来软化来达到。吸拔和深冲模具由灰铁、冷硬铁和铸造合金作成。镀铬硬化钢、碳化钨和钻石模具被用来做线材拉丝模。所有模具表面应该高度抛光。动物脂肪、肥皂、硫基油、猪油提炼的润滑油和类似的中润滑剂被用在与冷加工相关的操作。冷轧薄板和带材可以在垂直轧制方向的弯曲轴上弯曲非常大的角度。不论是退火或消应力回火的镍200 冷凝管都可以方便的涨到换热器的管板中。在冷拔或大变形操作结果中使用软回火材料在大多数情况下通常将得到满意。冷轧（非延展校平）并退火的薄板对旋压和其它手工加工是最佳的条件。