

# HB

## 中华人民共和国航空工业标准

HB 6738—93

---

### 热喷涂耐磨涂层质量检验

1993—11—05 发布

1994—03—01 实施

---

中国航空工业总公司 批准

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了热喷涂耐磨涂层的技术要求,检验方法和验收规则。  
本标准适用于航空产品热喷涂耐磨涂层的质量检验。

### 2 引用标准

GB 11374 热喷涂涂层厚度的无损检测方法

HB 5476 热喷涂涂层结合强度试验方法

HB 5486 热喷涂涂层硬度试验方法

### 3 技术要求

#### 3.1 外观

涂层应完整,表面均匀连续,无裂纹、剥落、分层和边缘翘起等缺陷。

#### 3.2 厚度

涂层厚度应符合设计图样和有关文件的要求。一般在 0.15~0.30mm 范围内。

#### 3.3 硬度

常用耐磨涂层的硬度应符合表 1 的要求。

#### 3.4 结合强度

常用耐磨涂层的结合强度应符合表 1 的要求。

#### 3.5 孔隙率

常用耐磨涂层的孔隙率应符合表 1 的要求。

#### 3.6 显微组织

##### 3.6.1 一般要求

涂层显微组织应均匀,无裂纹、分层和涂层与基体界面分离等现象。

##### 3.6.2 孔洞和氧化物

3.6.2.1 涂层中的氧化物和孔洞应不超过图 1 合格照片。

3.6.2.2 涂层与基体界面上的污染(包含孔洞和氧化物)应不超过图 2 合格照片。

##### 3.6.3 未熔化颗粒

涂层中未熔化颗粒不应超过图 3 合格照片。

表 1

涂 层 类 别	涂 层 成 分	硬 度	结合强度 MPa	孔隙率 %	喷涂方法
碳化钨	WC91+Co9	HV 1050~1350	≥65	≤1.5	D(爆炸喷涂)
	WC87+Co13	HV 1050~1350	≥65	≤1.5	D
	WC85+Co15	HV 900~1100	≥65	≤1.5	D
	WC88+Co12	HRC 40~50	≥37	≤10.0	P(等离子喷涂)
	WC83+Co17	HRC ≥55		≤10.0	P
	WC91+Co9	HRC ≥57		≤10.0	P
	(WC-Co)75+Cr3+Al0.35+Fe0.8+B0.6+Si0.8+Ni	HRC ≥52		≤4.0	P
碳化铬	Cr <sub>2</sub> C <sub>3</sub> 75+(Ni80-Cr20)25	HV 600~1100	≥40	≤2.0	D
		HRC ≥32	≥34	≤3.0	P
钴铬钨	Co+Cr(24.5-26.5)+W(7.2-7.8)+Ni(9.5-11.5)	HV 500~700	≥45	≤4.0	D
		HRC ≥42	≥35	≤4.0	P
镍铬硼硅	Ni+Cr17+B4+Si4+Cl	HV 550~700	≥40	≤4.0	D
氧化铝	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≥97%	HV 900~1100	≥20	≤4.0	D
		HV ≥867	≥7	≤4.0	P
氧化铬	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≥98%	HRC ≥65	≥17	≤4.0	P

### 3.6.4 富钴相(对碳化钨涂层)

碳化钨涂层中的富钴相应均匀分布且不超过图 4 合格照片。

### 3.7 其它要求

其它技术要求(如热震、弯曲和杯突等)可由供需双方协商决定。

## 4 检验方法

### 4.1 外观

在自然散射光或无反射光线下目视检查涂层外观,光的照度不应低于 300lx(相当于零件放在 40W 日光灯下 0.5m 处的光照度)。必要时,可用 5~10 倍放大镜检查。

### 4.2 厚度

用常规量具或 GB 11374 规定的方法检查代表性试片或零件的涂层厚度(测定精度为 0.01mm)

### 4.3 硬度

按 HB 5486 规定的方法检查涂层硬度。

### 4.4 结合强度

按 HB 5476 规定的方法检查涂层结合强度。

### 4.5 孔隙率

#### 4.5.1 金相图片对比法

将喷涂好的试样沿垂直于涂层和基体界面方向切开,经镶片和磨片后在金相显微镜上照像。照片放大 200 倍后与标准图片进行比较。标准图片见图 5。

#### 4.5.2 金相网格测量法

在 250 倍放大倍数下观察金相试样,选择有代表性的视野制成 100mm×100mm 的金相照片,将透明的标准网格图放在照片上,计算孔隙所占网格数,按下式计算孔隙率  $\rho$ (标准网格图见图 6):

$$P = \frac{\text{孔隙所占网格数}}{10000} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

#### 4.5.3 定量金相法

用定量金相显微镜测定涂层的孔隙率。

### 4.6 显微组织

#### 4.6.1 一般要求

##### 4.6.1.1 试样选择

试样必须能代表所检查涂层的特征。

##### 4.6.1.2 试样制备

将试样沿横截面切割,经镶片后制成金相试样,在制片过程中,要始终保持涂层处于受压状态,对高硬度涂层(如碳化物涂层)必须采用金刚石研磨膏进行抛光。

#### 4.6.2 金相组织评定

##### 4.6.2.1 孔洞和氧化物

用 200 倍放大倍数检查涂层的孔洞和氧化物,并与图 1 的照片相比较;用 200 倍放大倍数检查涂层与基体界面的污染,并与图 2 的照片相比较。

#### 4.6.2.2 未熔化颗粒

用 200 倍放大倍数检查涂层的未熔颗粒,并与图 3 的照片相比较。

#### 4.6.2.3 富钴相(适用于碳化钨涂层)

用 250 倍放大倍数观察碳化钨涂层的富钴相含量,并与图 4 的照片相比较。

#### 4.7 其它项目

其它项目(如热震、弯曲和杯突等)的试验方法由供需双方协商参照有关方法进行。

### 5 验收规则

#### 5.1 零件批次

同一批原材料、相同工艺参数、同一套设备上连续生产的零件为一批零件。

#### 5.2 外观

喷涂后的零件应 100% 检查外观,应符合 3.1 的要求。

#### 5.3 厚度

喷涂后的零件必须检查涂层厚度,应符合 3.2 的要求。

#### 5.4 硬度

每批零件生产前用试片检查涂层硬度,应符合 3.3 的要求。

#### 5.5 结合强度

每批零件生产前检查结合强度,应符合 3.4 的要求。

#### 5.6 孔隙率

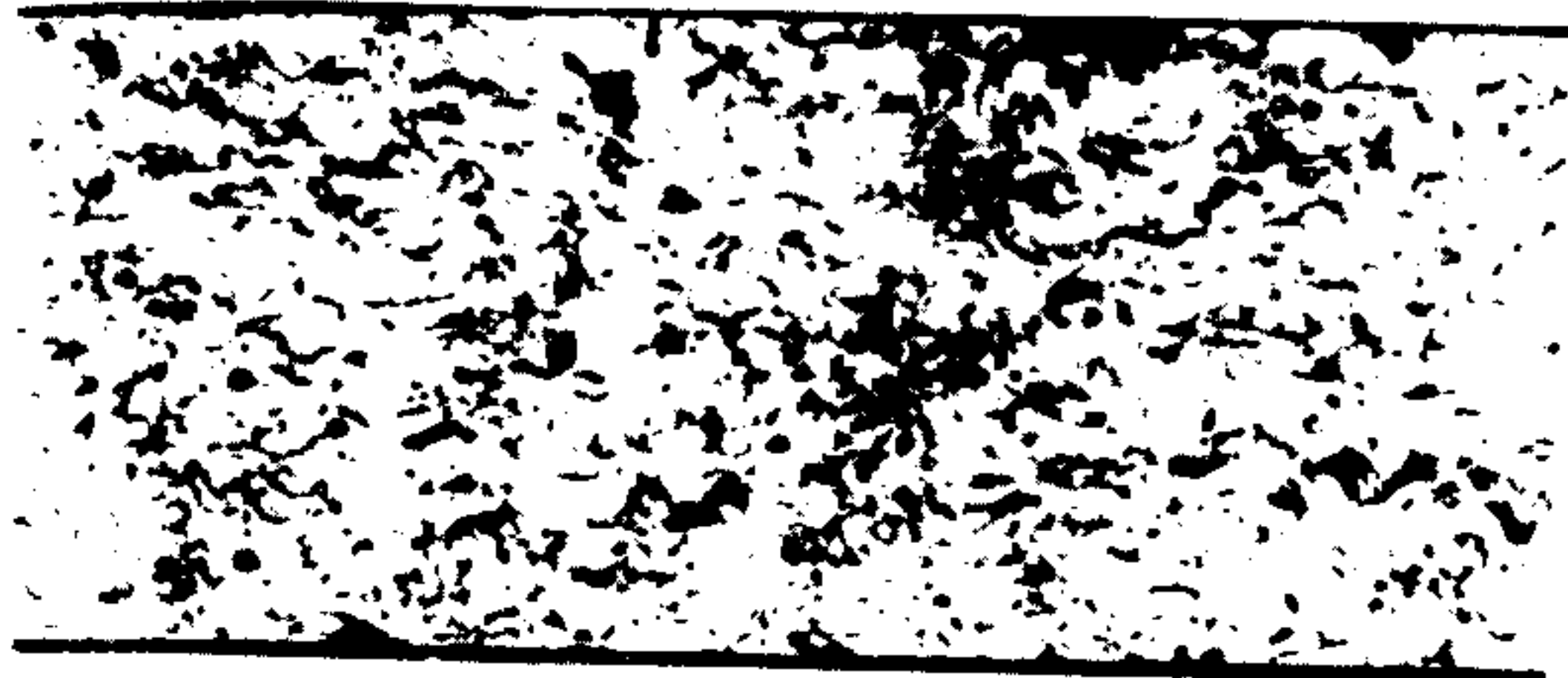
每批零件生产前检查孔隙率,应符合 3.5 的要求。

#### 5.7 显微组织

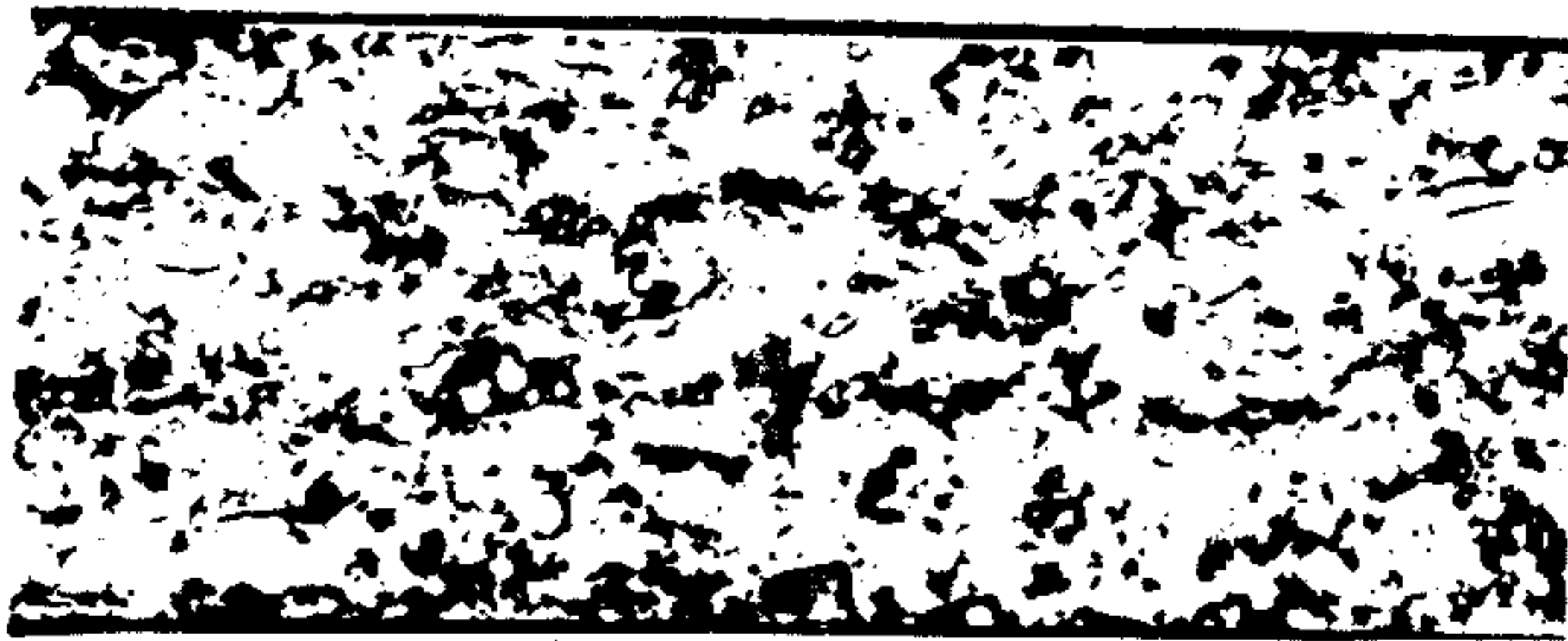
每批零件生产前或生产中带试样检查显微组织,应符合 3.6 的要求。

#### 5.8 其它要求

其它项目(如热震、弯曲和杯突等)的验收规则由供需双方协商决定。

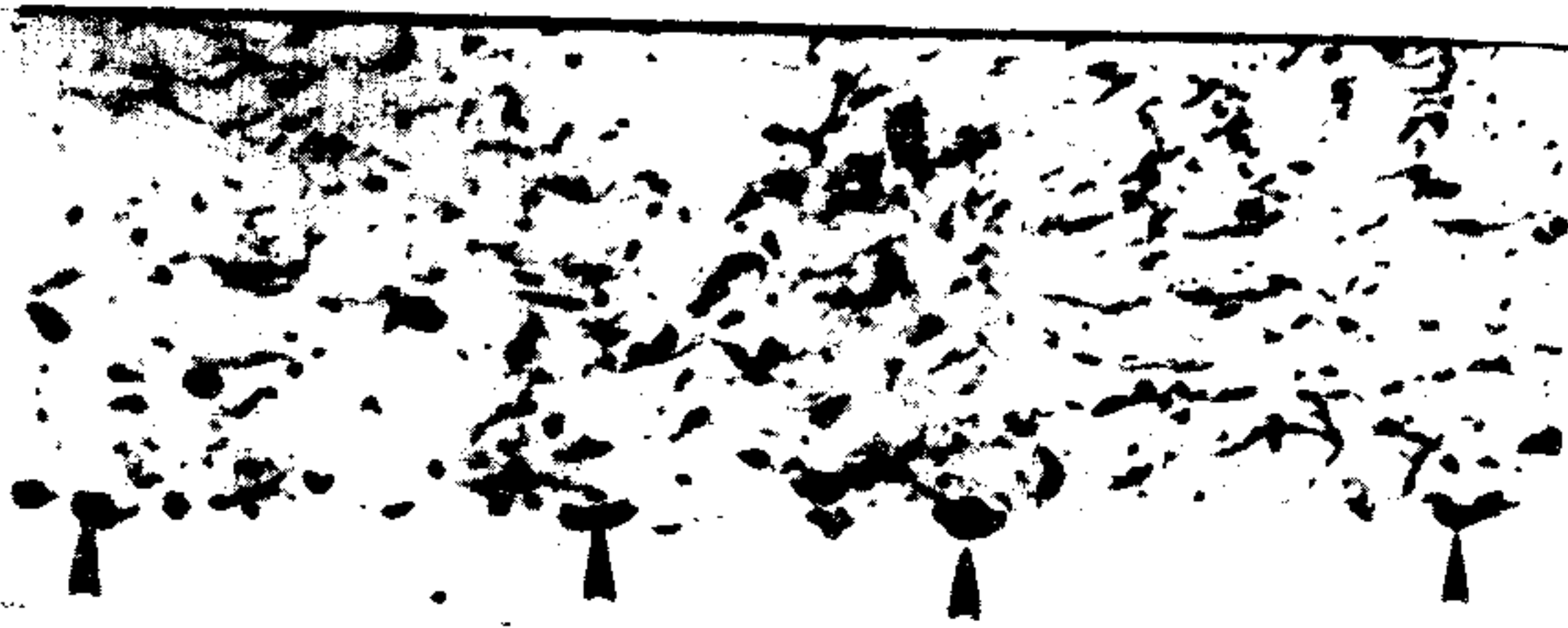


合格



不合格

图1 涂层中的氧化的和孔洞 200x

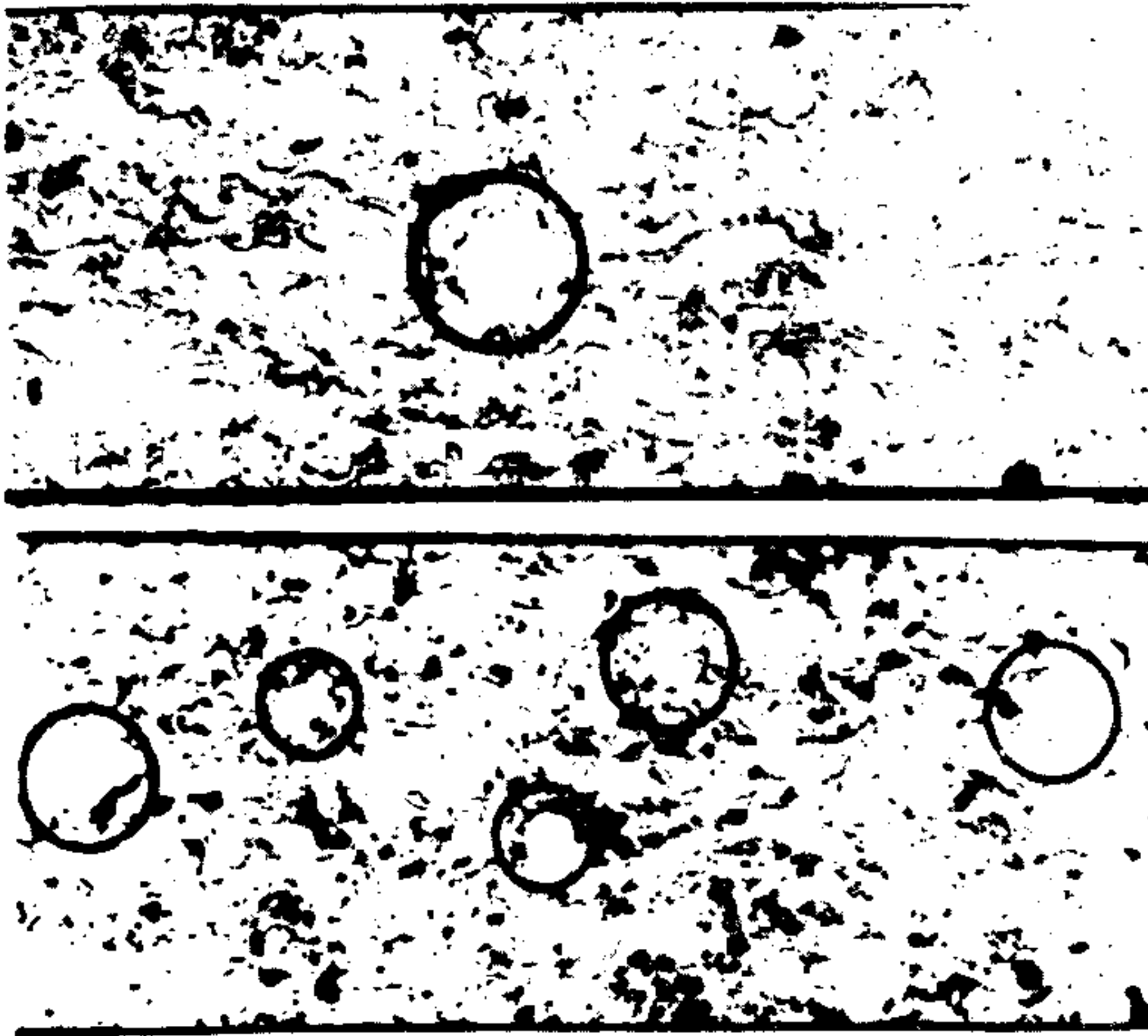


合格



不合格

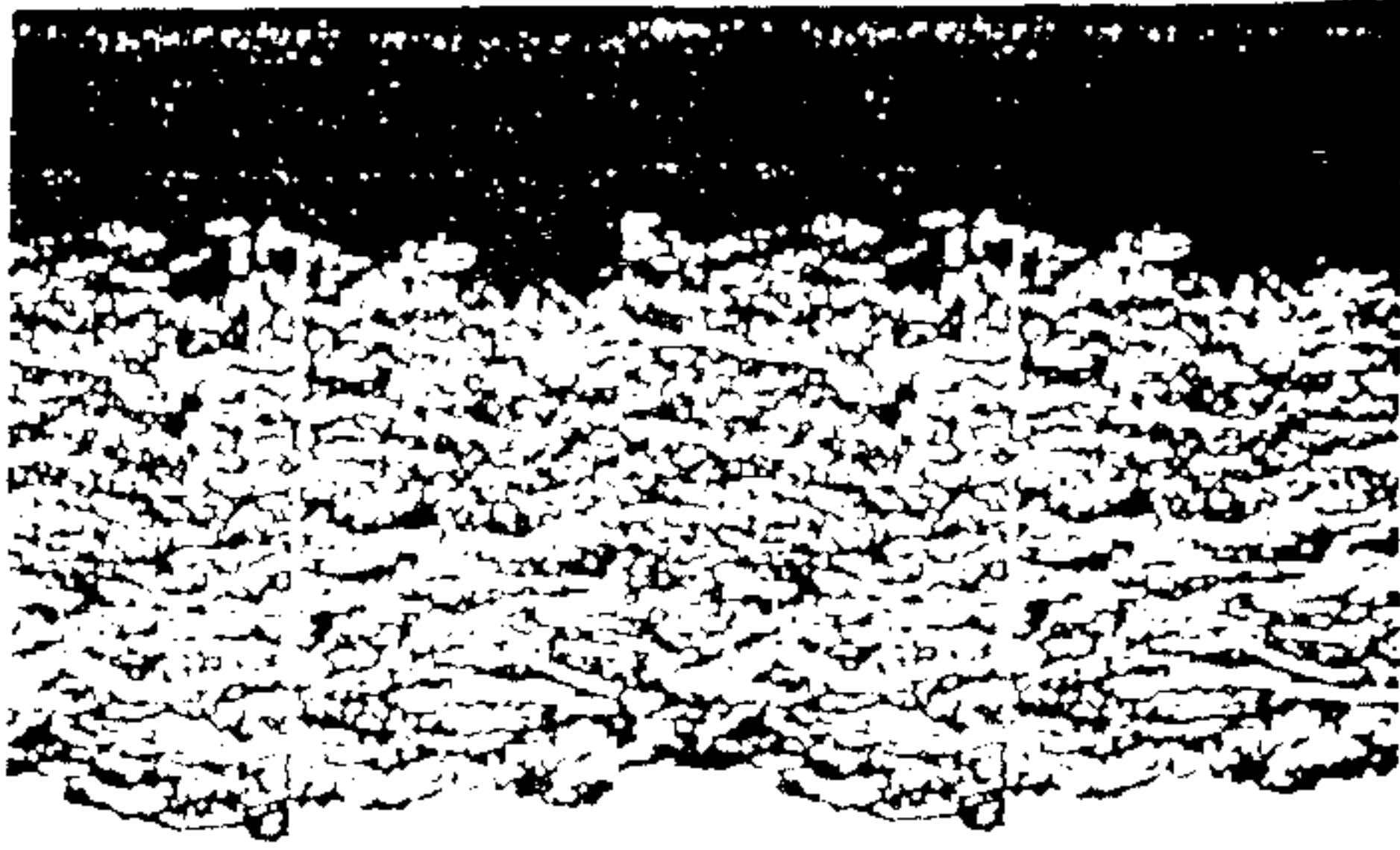
图2 涂层与基体界面上的污染 200x



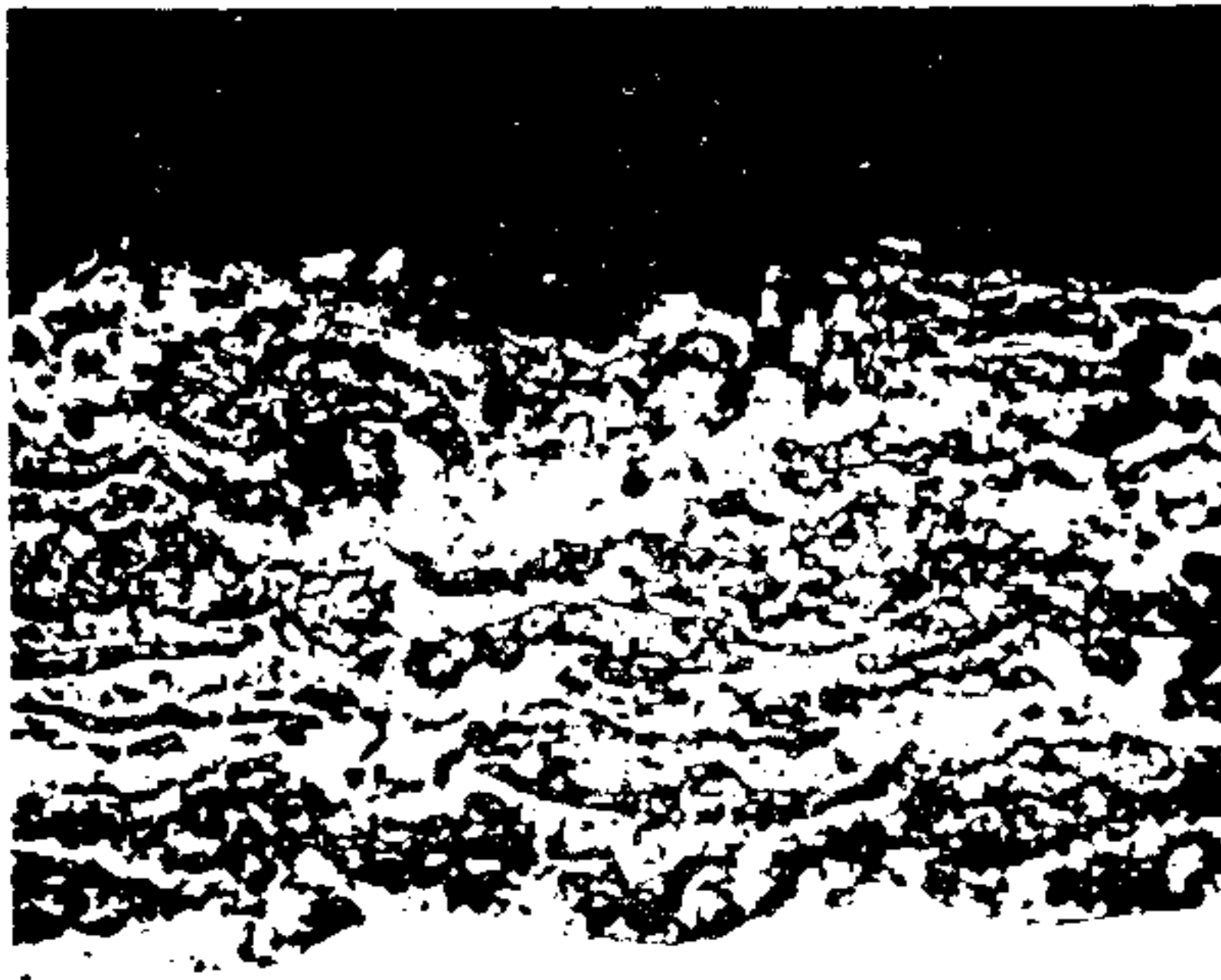
合格

不合格

图3 涂层中的未熔化颗粒 200x



合格



不合格

图 4 碳化钨中的富钴相 250x



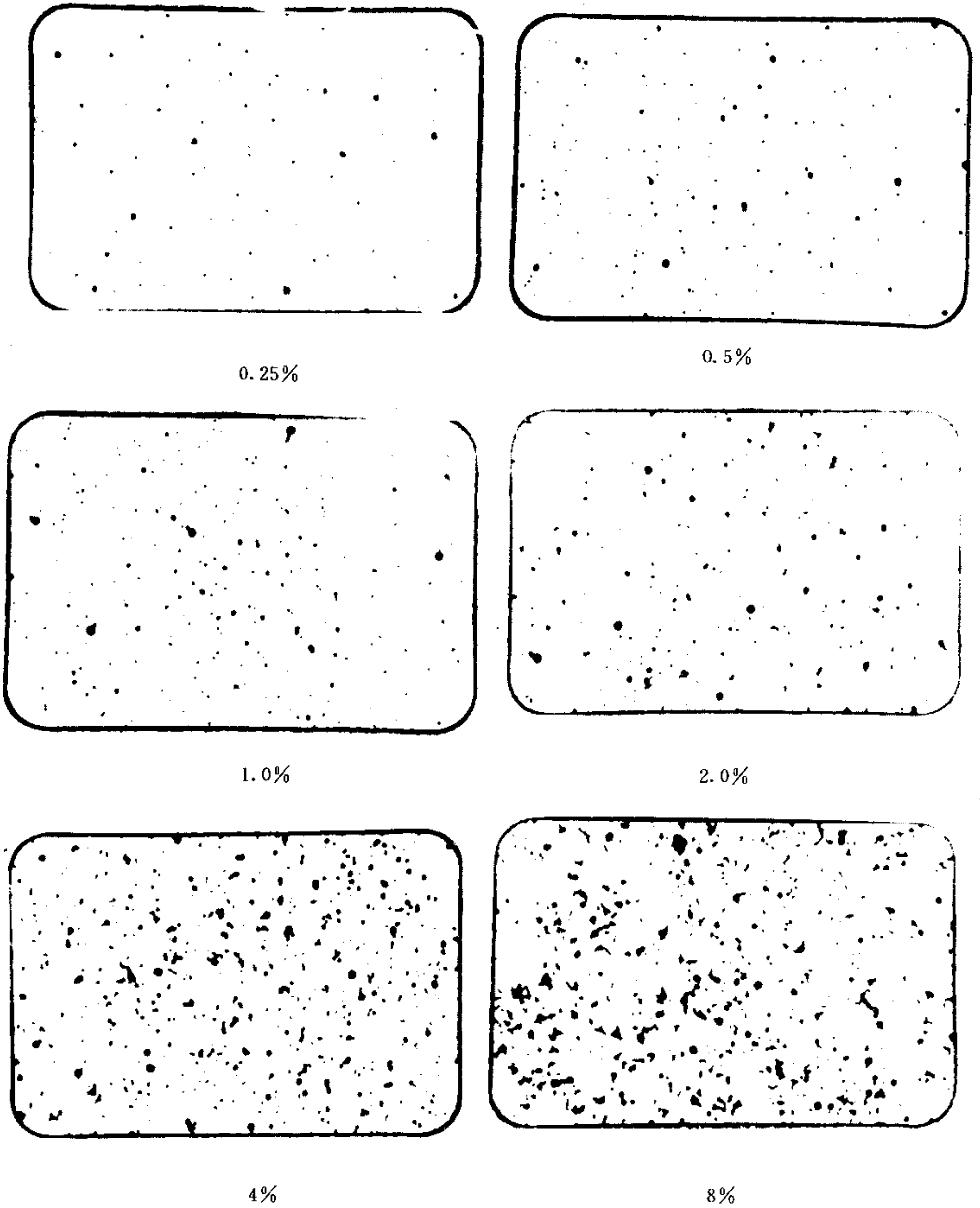


图5 涂层孔隙率标准照片 200x

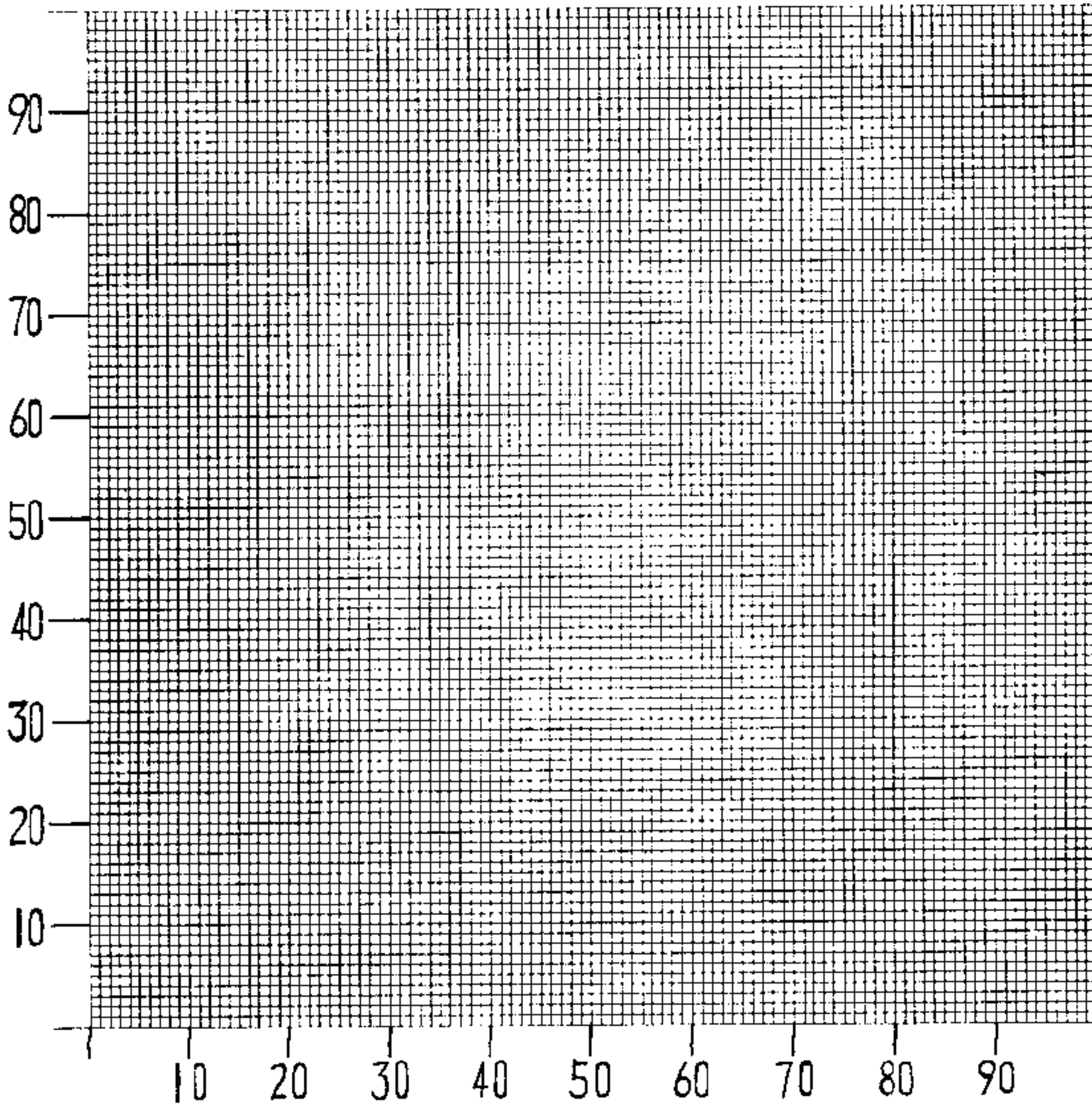


图6 标准网格图片

**附加说明：**

本标准由中国航空工业总公司航空材料、热工艺标准化技术归口单位提出并归口。

本标准由航空工业总公司四一〇厂主编，第六二一所和第六二五所参加起草。

本标准主要起草人：段绪海、朱金山、李 军、张文无、冯耀坤、刘会刚。