

减径对冷轧管内表面质量的影响

〔苏联〕 В.Р.Кучеренко等

高质量管材的技术条件规定：管材内表面不许有粗大的缺陷。因此管材需进行超声波检查。

生产的钢管若有缺陷，其潜藏深度在壁厚5%以下者是允许的。当缺陷(包括裂纹)潜藏深度小于壁厚的5%时就不易发现了。

作者在《钢管冷轧时内表面皱折的形成》一文中指出，钢管在XHT轧机上轧制时内表面皱折和裂纹形成的主要原因是减径管段内径的减小和管壁的增厚。

为了研究09Cr18Ni9钢管以 t_0/d_0

$= 0.048 \dots, 0.14$ 之比减径时的附加变形，将管坯钻孔，攻丝(M3)并拧进同一钢号的螺丝，然后按95—57 mm工艺程序进行无芯棒轧制。根据丝扣的变形程度来估价金属的状态(图1)。

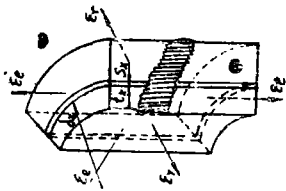


图1 扇面管段金属变形状态示意图

$$\epsilon_r = \ln \frac{S_x}{S_0}; \quad \epsilon_{\theta} \ln = \frac{d_0}{dx};$$

$$\epsilon_l = -(\epsilon_{\theta} - \epsilon_r),$$

式中 ϵ_r 、 ϵ_{θ} 、 ϵ_l —与径向、切向、轴向相应的壁厚横截面原始变形参数； S_0 、 S_x —变形前后，按壁厚计算的螺距； d_0 、 dx —变形前后，按壁厚计算的管层直径。

由图可见，对管子内表面的切向压缩显然大于对外表面的压缩。因此迅速延伸的内

层受纵向压缩的附加应力，在此应力作用下，金属径向流入这一区间的程度增大。外层受轴向拉伸的附加应力，在此应力作用下金属径向流动的程度降低。

同时，因内表面近层金属受到巨大的切向压缩而使管子加工硬化性能增高和变形阻力增大。这也就导致内表面远层金属亦参加变形。故内表面近层延长较少，并经受附加的拉力。与外表面相对的，内表面金属层的超前或滞后按孔道扭曲试验确定。

t_0/d_0 之比愈大，管子内表面的径向变形就比外表面的变形也愈大(图2)。

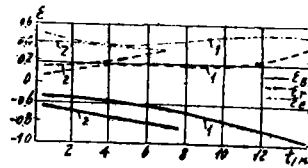


图2 管子横截面的变形分配，按壁厚 t 计算，由外表面($t=0$)向内表面($t=15$ 和 $t=8$ mm)

图中：1— $t_0/d_0=0.14$ ， $t/d=0.28$ ；
2— $t_0/d_0=0.08$ ， $t/d=0.14$

本文研究了变形破裂性和轧槽起始锥度对皱折形成的影响。轧制前坯料清理至表面精度达 $Ra=2.5, \dots, 1.5$ 微米。在工作锥上轧制之后用MIM-7型显微镜确定最大皱折的深度，并在该处测量直径和壁厚。减径时的变形破裂性按作者探索的，并适用于该孔型的公式确定：

$$\eta_{\pi} = \frac{V_K}{V_n} = \frac{l}{3m} = \left[1 + \frac{d+d'}{d_0+d'_0} \cdot \frac{t}{t_0} + \frac{d_0 d + d'_0 d'}{2t_0(d_0+d'_0)} \right],$$

式中 V_K —压缩段锥体体积;

V_n —喂入量;

d_0, d —轧制前后管子的外径;

d'_0, d' —轧制前后管子的内径;

t_0, t —轧制前后管子的壁厚;

l —压缩段的长度;

m —进给量。

根据研究确定, 变形破裂系数 η_{π} 和轧槽起始锥度 γ 的增大促进了管壁 $\eta = t_x/t$ 的增厚和皱折 η_1 的加深 (图 3)。

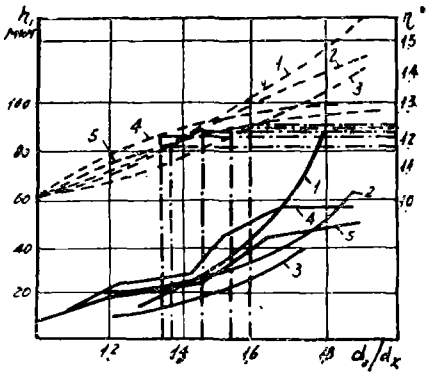


图3 皱纹深 η_1 (—) 和管壁增厚系数 η (·····) 与 d_0/d_x 的关系变化图中, 变形破裂系数为:

1—45; 2—25; 3—12 及孔型轧槽的可变锥度 γ ; 4—0.028~0.03; 5—0.15~0.03。虚线表示裂纹形成的开始。

显然, 在 XПТ 轧机上的轧制是在前卡头侧面或进给卡头侧面存在轴向推力的情况下进行的。当变形破裂性较大时, 则管子每一截面经常受到轴向推力的压缩, 而这种压缩便大大地促进了管壁的增厚。

管子内表面的裂纹是在工作锥轧制热变形和冷变形镗孔坯的管子内表面上形成的。

当 $t_0/d_0 = 0.05, \dots, 0.12$ 时轧制非镗孔 0Cr18Ni10Ti, 12Cr18Ni10Ti, 12Cr18Ni 及 ЭП—350 号钢的管子时发现裂纹遍及这些钢种冷轧管的主要品种。

通过显微镜, 首先在锥体横面磨片上发现了有裂纹的一段, 从这一发现可以确定, 决定裂纹形成的主要因素是管壁增厚系数 η 。虽然 η 值对直径 d_0/d_x 的压缩差别很大, 但是裂纹形成瞬间的系数 η 却大致相同—1.18, $\dots, 1.24$ 。在轧制热变形镗孔坯的时候, 出现裂纹瞬间的这一系数达到 1.2, $\dots, 1.25$, 而轧制冷变形非镗孔坯时出现裂纹瞬间的系数 η 则是 1.18。这些裂纹是由于非轧制表面在切向压缩力作用下, 晶粒群出现的位错而产生的。

按 $75 \times 5.6 - 38 \times 3$; $75 \times 4.3 - 43 \times 2$; $57 \times 4.6 - 30 \times 2.5$ 及 $75 \times 5.6 - 42 \times 3$ mm 工艺程序生产的成品管都进行了抽查检验。按这些工艺程序生产的管子中由于减径是按 $\eta = 1.18$ 进行, 故管壁仍然增厚。在进行超声波检查的管子上发现了深度小于壁厚 5% 的裂纹。这些裂纹是在减径过程中, 当管子在芯棒上挤压时形成的。众所周知, 这些裂纹不是被辗合, 而是更发展了。

结 语

在管壁增厚的钢管减径时, 因其内表面受切向压缩作用而产生皱折和裂纹。

用奥氏体钢和 ЭП—350 钢生产管子的过程中, 当壁厚与直径之比为 0.05, $\dots, 0.12$ 时, 若把热变形镗孔坯的减径管壁增厚系数增大为 1.18, 那么, 管子的内表面便出现裂纹。

减小变形破裂性 (靠增加进给量) 和降低轧槽锥度以改善减径时管子内表面质量。

陈贞元 译自 «Металлурги.

и горнорудн. промышленность»

1979, № 2 с. 19~20

吉朴校