

# 高强度的焊接式牽引鏈的生产

(目前情况及其发展远景)

上海科学技术情报研究所译印

1961

# 目 录

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| I 采用圆环链的范围和在制造时对它们的技术要求.....   | 1  |
| II 我国工厂中链和制链装备的生产.....         | 5  |
| III 制造 19~40 毫米环径的链子的自动线.....  | 8  |
| IV 在矿山工业中的焊接牵引链.....           | 10 |
| V 苏联的高强度牵引式校准链的生产.....         | 11 |
| VI 外国的焊接链的生产.....              | 15 |
| VII 生产焊接牵引链的工艺规程和设备的改进.....    | 23 |
| VIII 煤炭工业用的高强度校准链的生产方法的选择..... | 32 |
| 结论和建议.....                     | 33 |



# 高强度的焊接式牵引鏈的生产

## I 采用圓环鏈的范围和在制造时对它們的技术要求

在海运和河运, 矿山工业, 机器制造业, 森林工业和国民经济事业的其他部门上, 锚用的、载重和牵引用的链, 得到广泛的运用。

长时期在俄国工厂里, 对于制造各种用途和尺寸的焊接链子的唯一方法是鍛焊。

现在在祖国的许多工厂中, 以采用比较现代化的制造方法为基础来生产链子, 虽则甚至在有相当高的链子生产技术水平专门的工厂里鍛焊还是可以遇到的。

由圆形截面的许多环所构成的链子, 按照它的用途来说, 可以分成锚用的, 载重和牵引用的, 索系用的和一般用途的。

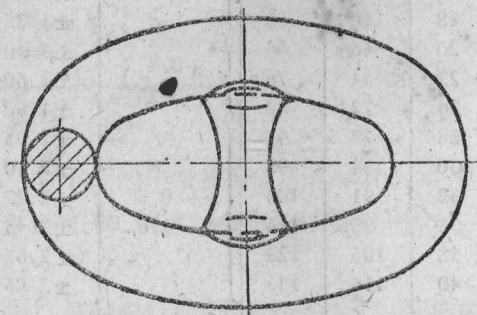
锚链几乎只有在水上运输中使用, 它的环节的制成有带横档的(图 1)和不带横档的。带横档的链子环节, 具有加大的抗裂、抗压、抗扭的强度, 这种链子的强度比同样的环节不带横档的链子的强度, 提高将近 18%。

无横档的环节的链子在水上运输上很少采用。

锚链根据生产方法和环径的大小, 分成下面的几类(环径以毫米计算): 鍛焊的, 带横档, 环径由 13 到 57 毫米; 无横档, 环径由 7 到 37 毫米; 焊接的, 带横档, 环径由 13 到 43 毫米; 无横档, 环径由 5 到 31 毫米; 冲压的, 带横档, 环径由 25 到 62 毫米; 铸造的, 带横档, 环径由 34 到 100 毫米。

对于锚链接头的接合, 采用专门的所谓连接环, 它们是用鍛造、冲压或浇铸造成的。

焊接的载重链和牵引链(图 2), 主要用于起重运输的机械与装备上, 分成校准的与非校准的。



第1图 带横档的锚链的环节



第2图 焊接式牵引链

在外国, 矿山工业是焊接式校准链的大量用户之一。在从回采工作面运煤出来的刮板式运输机上, 这种链子作牵引机构用, 已得到很大的推广, 现在我国煤炭工业中也开始采用这种链子。

链子在链轮上转动时用校准链。苏联国家标准 2319-55, 规定了链子的尺寸和对它们的要求。

校准链的链环的尺寸、容许的尺寸误差和载重试验均见第 I 表。

第1表

| 环 的 尺 寸<br>(毫米) |           |           | 容 許 誤 差<br>(毫米)    |                    |                                    |                    | 載 重<br>(吨) |            | 理論的重量<br>1 直 綫 米<br>(公斤) |
|-----------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------|------------|--------------------------|
| 鏈鋼的直徑           | 环距<br>$T$ | 寬度<br>$B$ | 就直徑說<br>$\Delta d$ | 就环距說<br>$\Delta T$ | 就長度說<br>( $L=11 T$ )<br>$\Delta L$ | 就寬度說<br>$\Delta B$ | 試驗的<br>不少于 | 斷裂的<br>不少于 |                          |
| 5               | 19        | 19        | $\pm 0.20$         | $\pm 0.48$         | $+1.65$<br>$-0.66$                 | $\pm 0.38$         | 0.32       | 0.64       | 0.50                     |
| 6               | 19        | 21        |                    | $\pm 0.48$         |                                    | $\pm 0.42$         | 0.56       | 1.00       | 0.74                     |
| 7               | 21        | 24        |                    | $\pm 0.52$         |                                    | $\pm 0.48$         | 0.80       | 1.60       | 1.05                     |
| 8               | 23        | 27        |                    | $\pm 0.57$         |                                    | $\pm 0.54$         | 1.20       | 2.40       | 1.40                     |
| 9               | 27        | 32        | $\pm 0.24$         | $\pm 0.68$         | $+3.08$<br>$-0.99$                 | $\pm 0.64$         | 1.55       | 3.10       | 1.76                     |
| 11              | 31        | 36        |                    | $\pm 0.77$         |                                    | $\pm 0.72$         | 2.3        | 4.6        | 2.58                     |
| 13              | 36        | 43        |                    | $\pm 0.90$         |                                    | $\pm 0.86$         | 3.3        | 6.6        | 3.70                     |
| 16              | 44        | 53        |                    | $\pm 1.10$         |                                    | $\pm 1.06$         | 5.1        | 10.2       | 5.60                     |
| 18              | 50        | 58        | $+0.4$<br>$-0.75$  | $\pm 1.25$         | $+4.95$<br>$-1.65$                 | $\pm 1.16$         | 6.4        | 12.8       | 6.94                     |
| 20              | 56        | 66        |                    | $\pm 1.40$         |                                    | $\pm 1.32$         | 8.0        | 16.0       | 8.76                     |
| 23              | 64        | 76        |                    | $\pm 1.60$         |                                    | $\pm 1.52$         | 10.5       | 21.0       | 11.40                    |
| 26              | 72        | 84        |                    | $\pm 1.80$         |                                    | $\pm 1.68$         | 13.3       | 26.6       | 14.51                    |
| 28              | 78        | 91        | $+0.5$<br>$-1.0$   | $\pm 1.95$         | $-2.42$<br>$+8.80$<br>$-2.86$      | $\pm 1.82$         | 15.6       | 34.2       | 16.94                    |
| 30              | 84        | 98        |                    | $\pm 2.10$         |                                    | $\pm 1.96$         | 17.8       | 35.6       | 19.35                    |
| 32              | 91        | 104       |                    | $\pm 2.27$         |                                    | $\pm 2.03$         | 20.5       | 41.0       | 21.90                    |
| 35              | 98        | 114       |                    | $\pm 2.45$         |                                    | $\pm 2.28$         | 23.2       | 96.4       | 26.40                    |
| 38              | 106       | 123       | $-1.0$             | $\pm 2.65$         | $+11.0$<br>$-3.52$                 | $\pm 2.46$         | 27.4       | 54.8       | 31.10                    |
| 40              | 114       | 133       |                    | $\pm 2.85$         |                                    | $\pm 2.56$         | 30.3       | 60.6       | 35.80                    |

按照苏联国家标准 404—41 苏联出产的索系用链子，具有从 10 到 22 毫米的环径，并规定在森林工业上运用，主要用于流送木材。在索系链子上，链环的环距，比较有同样环径的载重链与牵引链，要大得多。

一般用途的链子备有 2 到 43 毫米的环径，在工业中、农业中、及运输业中为各种不同目的而使用。

对索系用链子和一般用途的链子的质量，要求比载重用的和牵引用的要低得多。

制鏈用的鋼材

对于锚用、载重用和牵引用链子，根据它们的制造方法和结构，采用四类的钢材。

对于锻焊的链子，按照标准，采用 CT. 3И 牌号的热轧钢，这些钢具有下列的化学成分（以百分比计算）：碳不多于 0.18%，微量的硅、锰 0.30~0.60%，铬不多于 0.10%，镍不多于 0.30%，硫不多于 0.04%，磷不多于 0.04%。

这些标准是由各个组成部分对金属的机械性能和可焊性的影响程度决定的。

碳的含量的提高，减少了钢的焊接性能与在冷弯而不发生裂缝的性能；硅的存在也对可焊性有坏的影响。

CT. 3И 钢的强度极限  $\sigma_B$  应该是 37~45 公斤/毫米<sup>2</sup>，相对的伸长率  $\sigma_{10}$  不低于 24%。

除检查上述的机械性能而外，CT. 3И 钢要受工艺性能的试验。同时，它应满足下列要求：（甲）试样在焊接以后的抗拉强度极限，应该不少于原来强度极限 80%；（乙）试样在冷却状态中，应该弯 180° 到两面密接为止；在弯曲的地方不应有裂口、裂缝和发纹。



原材料是按普通精度热轧制造的。

对于用电阻对焊和熔化对焊等电焊方法制成的链子，除 CT. 3II 牌号的钢以外，还采取 10、CT. 3 和 CT. 2 等牌号的钢材。

焊接链子用的 CT. 2 和 CT. 3 牌号的普通质量的钢是根据 A 类钢的苏联国家标准 380-50 的要求供应的，就是说有可保证的机械性能。

CT. 2 和 CT. 3 两种钢的机械性能的规定标准见第 2 表。

第 2 表

|                                   | CT. 2 | CT. 3 |
|-----------------------------------|-------|-------|
| 拉伸强度极限，公斤/毫米 <sup>2</sup> .....   | 34~42 | 41~43 |
| 相对的伸长率 $\sigma_{10}$ ，% 不少于 ..... | 26    | 22    |
| 屈服点，公斤/毫米 <sup>2</sup> ，不少于 ..... | 22    | 24    |

苏联国家标准 1050-52 所规定的 10 号牌子的钢，有下面的化学成分（以百分比计算）：碳 0.07~0.15%；锰 0.35~0.65%；硅 0.17~0.37%；硫、磷、镍和铬分别不多于：0.045，0.040，0.30 与 0.15%。

CT. 2，CT. 3 和 10 等牌号的钢做的试样在冷弯 180° 试验中（到两面密接为止），弯曲的地方不应有裂口、裂缝和发纹。

浇铸锚链，要用下列化学成分（以百分比计算）的 Л30CT 牌子的硅锰钢：碳 0.27~0.34，锰 1.1~1.4，硅 0.6~0.8。

钢在热加工的状态下必须具有不低于下列数值的机械性能：强度极限 60 公斤/毫米<sup>2</sup>，屈服点 45 公斤/毫米<sup>2</sup>，相对伸长率  $\sigma_5$  14%，冲击韧性 6 千克力/厘米<sup>2</sup>。

作冲压链，要用苏联国家标准 1050-52 所规定的 30Г2（有较高的锰含量的碳素钢）和 35（碳素钢）牌号的热轧钢。

30Г2 和 35 牌子的钢的化学成分（以百分比计算）载在第 3 表上。

第 3 表

| 钢的牌号 | 碳         | 锰         | 硅         | 硫     | 磷     | 镍    | 铬    |
|------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|------|------|
|      |           |           |           | 不 多 于 |       |      |      |
| 30Г2 | 0.25~0.35 | 1.40~1.80 | 0.17~0.37 | 0.045 | 0.040 | 0.30 | 0.30 |
| 35   | 0.32~0.40 | 0.50~0.80 | 0.17~0.37 | 0.045 | 0.040 | 0.30 | 0.30 |

钢的机械性能和工艺性能载在第 4 表上。

现在苏联正进行实验工作，也用中碳钢作焊接链。

第4表

試驗条件和提供的要求

| 試驗的种类                | 鋼的牌子                                                              | 强度極限<br>(公斤/毫米 <sup>2</sup> ) | 屈 伏 点<br>(公斤/毫米 <sup>2</sup> ) | 伸 長 率<br>$\sigma_s$ (%) | 橫断面收縮率<br>(%) | 冲击韌性<br>(千克力/厘米 <sup>2</sup> ) |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|
| 拉力和冲击韌性              | 30Г2                                                              | 60                            | 35                             | 15                      | 45            | 7                              |
|                      | 35                                                                | 52                            | 30                             | 18                      | 45            | 7                              |
| 在 赤 热 状 态<br>下 弯 曲   | 模型应在赤热状态下环繞着直径等于試样的直径兩倍的心軸弯 180°，在弯曲的地方不应有裂口、裂縫和发紋。               |                               |                                |                         |               |                                |
| 在 赤 热 状 态<br>下 的 鍛 粗 | 高度等于鋼条直径兩倍的未旋光的試样，加热到鍛制的溫度和鍛粗到三分之一高，在鍛粗的模型上，不应有由表面的破裂或皮下气泡而形成的裂口。 |                               |                                |                         |               |                                |

## 鏈子的热处理

所有用鍛焊、电阻焊或熔化焊等电焊方法制成的鏈子，在焊接以后，要经过热处理，以减低內应力和提高机械性能，在 900 到 950° 的溫度上正火是低碳鋼作的焊接鏈的最普通的热处理形式。

浇鑄的錨鏈的热处理包括正火、淬火和高溫回火。只用正火一种方法处理不能保证制成品有必要的机械性能。

对于由 Л 30 CT 鋼制成的鏈子，采取下面的热处理规范：在 920~940° 上正火，在 890~910° 上淬火并在 30~50° 的水中冷却，在 650~680° 上退火并必须在水中冷却。

## 試驗方法

錨用、载重用和牵引用鏈子的試驗方法，由现行标准规定。鏈子要用試加荷重进行断裂和拉伸試驗。

断裂試驗，在断裂試驗机或鏈条試驗机上进行。断裂試驗的試样，凡环径在 13 毫米以下的鏈子，由每 50 公尺中抽出五环来作；环径在 13 毫米以上的鏈子由每 25 公尺中抽出三环来作。

在断裂試驗时，試样必须经受得住苏联国家标准要求所规定的荷重。焊接鏈的試样，必须从接合处切割下来或按照同样焊接的规范直接焊接成。

浇鑄鏈段的試驗，必须用与制品材料相同的一炉金属鑄成有三个环的試样成品和試样的热处理必须同时进行。

环径在 30 毫米以下的鏈子的試样，在立式断裂試驗机上試驗，而环径较大的，是在臥式試鏈水压机上試驗。

如果是用鍛接、焊接或冲压等方法所制出的鏈节的試样，受不住試驗，那末从这些鏈节中挑出两个新的試驗来試驗。在再次試驗的结果不滿足的时候，把这一批作为废品。

用試驗荷重进行鏈段的拉伸試驗，只是在鏈子的断裂試驗滿意以后才进行，而且每一鏈段都要受过試驗。

无橫档的錨鏈、载重鏈、牵引用鏈和支柱鏈的試驗荷重的值，一般相当于断裂荷重的一半。带有橫档的錨鏈的試驗荷重的值，相当于許用的最小断裂力的 65~72%。

鏈段的原始长度，在相当于 20% 的試驗荷重下进行測定。測定后平稳地把荷重增加到試驗荷重，測量长度需要多少时间，就将鏈段保持在这个荷重下多少时间(不少于 30 秒)。而后



将荷重减到试验荷重的20%，并重新测定长度。

为检查浇铸接头的铸造和热处理的质量，要进行冲击的弯曲试验。从每一炉金属所做成的环子中取出一个普通环来试验。

## II 我国工厂中鏈和制鏈装备的生产

苏联的焊接式圓环鏈，在各种工业和运输部门的许多企业中生产：包括造船业、海运与河运、铁路运输、渔业、地方工业和手工业合作社。

在出产圓环焊接鏈的许多企业里，制成鏈条的主要方法是繁重的鍛接；这种方法，如所周知，不能保证鏈子的尺寸和强度达到要求的精确度。

本书中所研究的基本问题，是为矿业，主要是煤矿工业生产高强度校准鏈。在那里，现在它具有最大意义。在叙述我国工厂中鏈子生产的工艺规程时，只讲苏联国家标准2319-55所规定的焊接牵引鏈和载重鏈的制造。

在苏联的工厂里，焊接鏈是用两种方法制造的：用电阻对焊和用熔化对焊。

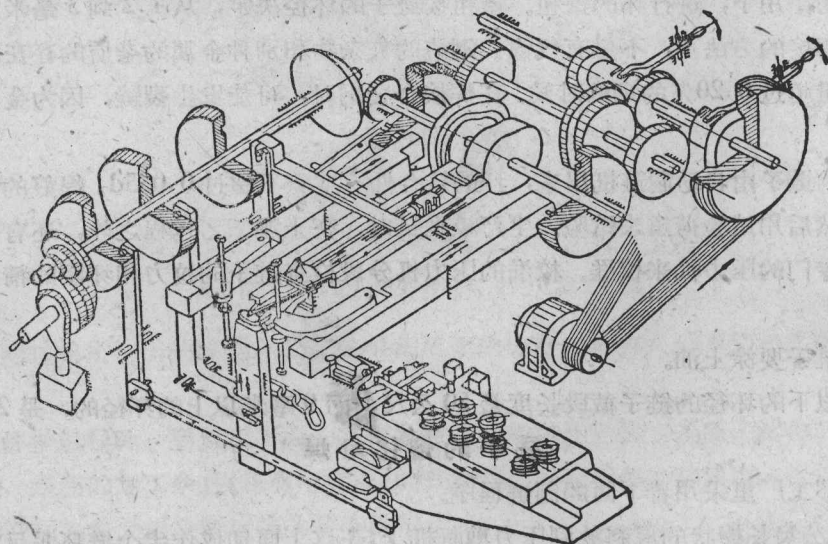
根据苏联国家标准2319-55的2到18毫米环径的载重鏈和牵引鏈（非校准的和校准的）必须用电阻对焊来制成，而20到41毫米环径的，必须用熔化对縫电焊来制成。现在苏联的校准鏈，都制成从6到18毫米的尺寸的。

“红锚”工厂是国民经济所用的电焊鏈的基本供应者之一。下面引用的是这个工厂所采取的电焊的载重鏈和牵引鏈生产的工艺过程的说明。

### 有一个接头的电阻对焊

环径为6~18毫米的鏈子的制造，采用冷拉的校准金属。环径为6~13毫米的鏈子所用的元金属，是在热轧后进厂，然后加以酸洗，进行拉絲。对生产大环径的鏈子的金属，进厂时是标准（冷拉的）钢条，在工厂里放在专门滾筒中用滾磨办法去掉它的油。在这些滾筒中，撒着用煤油浸湿的銼屑。

金属从备料车间成捆的或是棒状的，放进制鏈的自动机里，这些自动机切出等于环的展

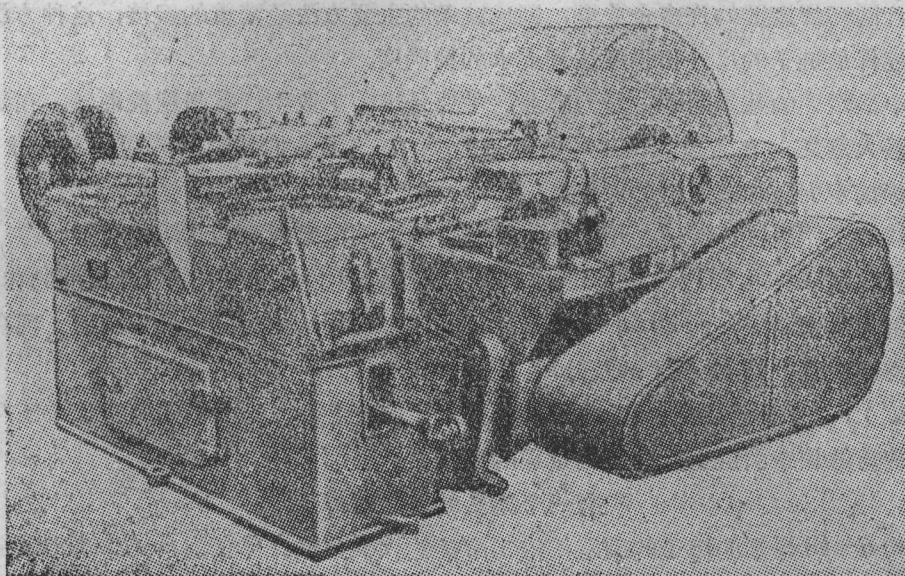


第3图 制鏈自动机略图

开长度的毛坯，在冷却的状态下进行环的弯曲和链子的编结。制链自动机的构造用围绕轴心的浮动滚轮来规定环的弯曲。

在工厂里采用各种不同结构的制链自动机，但它们大致都依照同样的方式来工作。制链自动机的略图如第3图。

近年来工厂里安装了基辅高尔基车床——自动机厂所制成的制链自动机(第4图)，并顺利地在工作着。结好的链子要进行检查和传送到自动焊链机上，在这上面把环的接头焊好，对焊接部分加以压缩并切去毛刺。



第4图 基辅高尔基工厂的自动制链机

电阻焊接法的实际过程如下：在自动焊链机上，用专门装置压缩环到两端面密接为止，随后把电极紧贴到环上；这时接通电流，端面开始加热。在达到焊接温度( $1,100 \sim 1,200^\circ$ )时在专门机器的作用下，进行环的墩粗。墩粗按链子的环径决定，从1.2到3毫米。

在这种焊接的方法下，不免有气泡、钢渣的夹杂物和别种金属的杂质的存在，特别是在焊接碳的含量超过0.20%的钢的时候。在焊接合金钢时，可能发生裂缝，因为金属不能防止氧化作用。

要焊接的链子由自动制链机出来，环的接合处有空隙不超过 $0.035d$ 。焊好的链段放在滚磨筒整理，然后用试验荷重来试验。生产校准链时，在上述工艺过程之外，还有一道工序，链子要通过专门的压力机来校准。校准的压力机分段检查链子的拉力和环距的精确度，一段有11个环。

制成的链子要涂上油。

9毫米以下的环径的链子截段长度是50公尺，而9毫米以上的环径的，是25公尺。

### 链子的熔化对焊

在“红锚”工厂里采用着下面的制链程序。

以4~6公尺长棒状的原料放到压力剪断机上，在这上面切成作半个链环足尺寸的毛坯，毛坯放到压力机上进行半环的弯曲，如环径在31毫米以下的链子，则在冷却状态下进行，



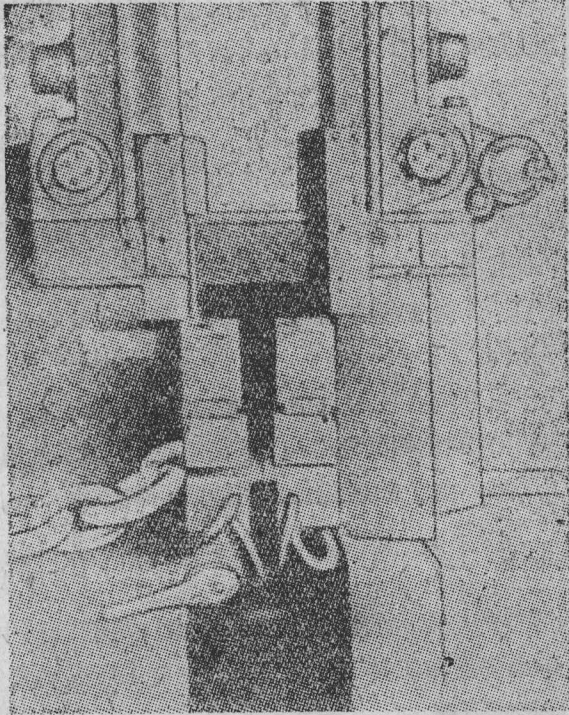
如超过 31 毫米，则在赤热状态下进行。为进行弯曲的工序，在工厂里采用卧式弯钢——压力机，也用曲轴压力机。

到最近时期，半链环在摩擦压力机或曲柄压力机上进行加热校准，在它的端面上同时形成圆锥式的凹槽。现在工厂里很少采用校准工序。

半链环的长度，必须等于焊接后环的长度的一半，加上熔焊和镦粗时的加工余量，误差不多于  $\pm 1.0$  毫米。不能遵守这一条件会引起焊接规范的破坏和接头的强度的降低。

半链环在宽度上，如与公称尺寸有很大的偏差，可能大大减低接头的强度。

焊接前，半链环要放在滚磨筒中清理。它们的焊接根据链子的环径在不同功率的对缝焊接机上进行。这些焊接机有自动化的，也有非自动化的。自动控制焊接的对缝焊接机见第 5 图。在用熔化法对缝焊接时，对于链环的端面部分的金属发生强烈的熔化。熔化法的焊接过程终了时，以金属的产生塑性变形而镦粗。为了实现金属的变形，常常加上相当大的力，即所谓镦力。镦力的值，必须根据在压缩后所有的气泡都填满、接头中的夹渣和别种杂质都被压出的估计来选择。为避免镦粗时掺上杂质或氧化作用，它必须以超过熔化的速度  $8 \sim 12$  倍的速度来进行。在这种焊接方法时，镦粗的加工余量要比用电阻焊接时多许多倍。



第 5 图 有自动化电力传动装置的对缝焊接机

用熔化焊接法所得出的焊缝，比用电阻法焊接的焊缝，具有大得多的强度指标和冲击强度指标。

在制定焊接过程时，要规定下面的基本参数：各种零件的规定长度，熔化的加工余量和熔化的速度，镦粗的加工余量（在有电流或没有电流时），镦粗的力和速度，焊接电流的平均值，焊接的时间，关于焊接时所需的平均功率。

毛刺的切割是在赤热状态下放在各种不同构造的：曲柄、摩擦式和液压式压力机上进行

的。切去毛刺要用一种专用设备——毛刺刮板。

把焊接链放入炉中去正火。它在热处理后，用试验荷重进行拉力试验，对三个链环的截段作断裂试验。受过试验的链子要进行外部检查和最后尺寸的校准。在交成品仓库以前，所有的链子，都应该涂油。

在工厂里链段的长度，一般采用 25 公尺。

必须指出，在“红锚”工厂所采用的工艺过程比苏联的别个企业所采用的，比较更现代化一些。但还不能认为它是进步的。比某些外国，例如德意志联邦共和国所采用制链工艺，还较欠完善。

### 苏联各厂中制链装备的生产

为了圆环电焊链的制造，需要有成套装备。其中的机器具有彼此不同的工作程序，因为它们需要完成各种不同的操作工序。

列入成套制链装备中的基本机器，依照它们本身的用途和构造，可以归入两类：电机的和锻压的。

电阻对焊用的机器，1950 年在生产中由前机床制造和工具工业部基辅高尔基机床——自动机工厂生产。现在这一工厂成批地生产三种类型规格的机器，第四种正在研究的阶段。锻压机器制造中央设计局已经完成了设计。机器的部类和生产量都有限制，还不能完全满足国民经济的要求。

如果不把向科洛明斯基重型车床和压力机工厂一批自动线机器的定货计算在内，直到目前苏联尚未组织熔化对焊机的生产。

因此，直到现在，焊链机的生产，还没有列入制造相当多的品种的不同结构和用途的电焊机的专业电机工厂的专业范围之内。也没有从事制造上列机器的专门设计组织。由于这一原因，苏联从事生产适宜于焊接链子的熔化对焊机的，是非专业的企业——使用者，包括交通部和煤炭工业部的各工厂在内。

这一切都是链子生产在多数场合技术水平不高的基本原因之一。

也必须指出，在“红锚”和“红色顿河”工厂，环径超过 19 毫米的电焊链的生产，依靠采用进口的装备，而在别的工厂里，由于缺乏装备，它们是用锻焊生产的。

### III 制造 19~40 毫米环径的链子的自动线

生产 19~40 毫米的环径的电焊的自动线设备，由锻压机器制造中央设计局，在 1949~1951 年已设计好，并由车床制造和工具工业的工厂（主要工厂是科洛明斯基重机床厂）制成了。自动线的生产率是每年一万吨。

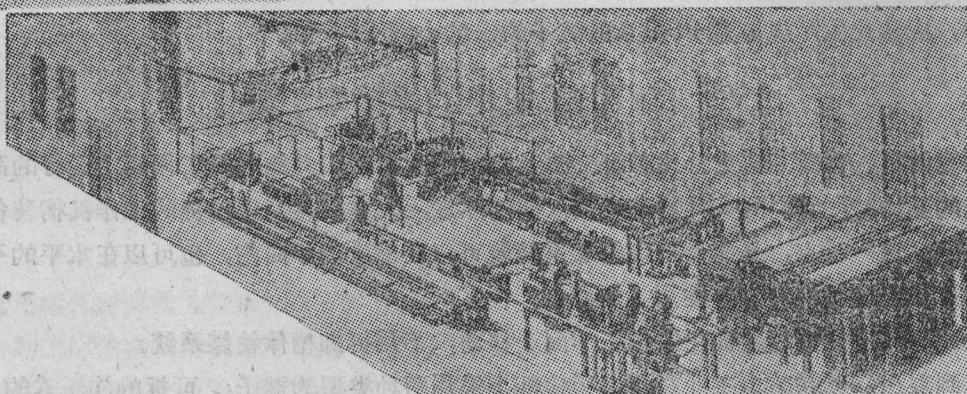
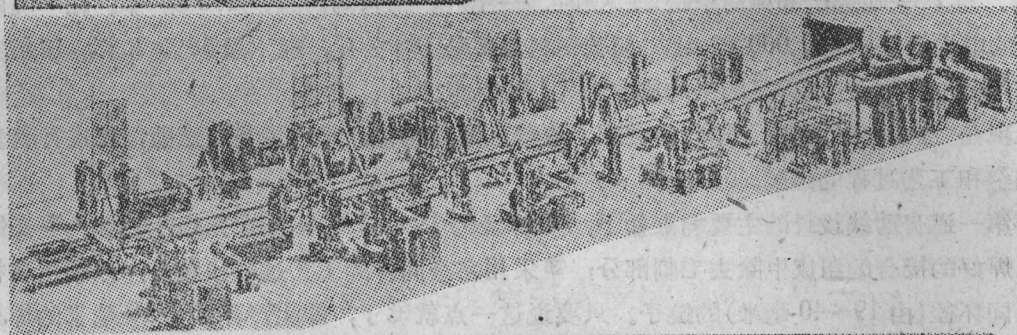
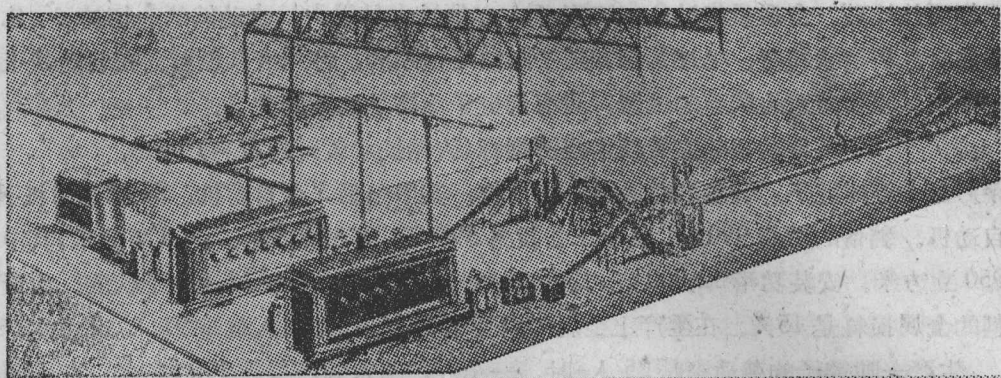
自动线规定生产带档的锚链、载重链和牵引链——总共有 16 种类型规格的链子。整个生产作业线分成几个自动化工段。在第 6 图上，指出自动线的备料、焊接的和部件修理等部门。

自动线包括一系列机器及携带运行中部件通过的机械。系统中的机器各自完成一两种工序，彼此之间由输送装备系统联系起来。这些装备安装成生产率相同的两条作业线。

整个生产作业线分为几个自动化工段。自动线的工作速度是由焊链的时间来决定。

当作输送装置用的，有普通的输送带式料仓为钢坯在移动过程中定向之用，还有称为“工





第6图 生产19~40毫米环径的链子的自动线

1—备料部门；2—焊接部门；3—部件——修理部门

作”的自动机，为移动与转动部件之用。自动线基本的机组的传动装置是液压的、辅助装备的传动装置是气压的。弯钢自动机和横档镦粗用的自动机，都具有传动装置。从中央操作台进行全部机组的控制。

由两个半链环构成的链环的对缝电焊法，是制链的主要工艺过程，就是说每一环具有两个接头。

链环的焊接是在电焊自动机上用间歇的熔化方法来进行的。在焊接期间，短期间歇的闭合次数从三到十次不定，由链子的环径决定。

半链环在专门的自动机上，根据规格在赤热或冷却的状态下用弯曲的办法来制造。在半链环上，预留熔化和镦粗的加工余量。在弯曲后，为了除掉熔渣，半链环就送进抛丸室，而后进行电焊，和在水压机上除掉毛刺。

以自动循环作业的600千伏安焊接机，规定用以作个别链环及整套链环的焊接之用。全

部链子都要热处理。含碳量超过0.18%的钢，必须淬火并退火。自动线的一切炉子，凡为半链环弯曲时、横档镦粗时、毛坯加热和链子的热处理用的，都用液体燃料。在自动线上设有链子的断裂试验和荷重的试验的机器，设有为链子涂防蚀油漆的装备。

#### 自动线的主要技术经济指标(依据技术设计的资料)

年产量一万吨链子。装备的总数是173单位，其中包括3个自动机、24部压力机、19部焊接自动机。装备的重量990吨，其中工艺设备595吨。车间的面积7,560平方米，其中生产的5,950立方米。安装功率12,000瓩，其中包括焊接自动机的功率11,400千伏安。由于钢屑和毛刺的金属损耗是15%。在生产上金属的总损耗是24%。车间人数是91人，其中生产工人59人。生产一吨链子的劳动率是25人·时。一个生产工人的产量是170吨·年。在一吨的链子上的电力消耗量是1,000瓩·时，标准燃料消耗是188公斤，耗水量68立方米，压缩空气耗量85立方米。一吨链子的平均成本为2,148卢布。

现在“红锚”工厂完成了车间的装配，全部机器和构件，都已安装和试验，正进行着装备的调整和工艺过程的调配。

第一道自动线设计的主要弱点如下：①环径为19~32毫米的链子工艺复杂；②在链子的已焊好的接合的组成中除去毛刺部分；③采用完全同样的工艺过程和装备，以制造这样多的不同环径(由19~40毫米)的链子。只要说这一点就够了，即生产环径为19毫米的焊接机的功率，应该比生产规格为40毫米的链子的，约小到4~5倍。

### IV 在矿山工业中的焊接牵引链

研究西德、英国、捷克、比利时、波兰和其他国家在矿井的采矿工作面上运行的刮板式运输机的结构时，它们的一种特点吸引人们的注意：大多数类型运输机的工作机构装备着圆环校准链。这一特点，是能使槽体输煤系统既可以在垂直的平面内，也可以在水平的平面内弯曲，这使得运输机有许多使用上的优点。

采用圆环链能使运输机在采煤工作面上移动，不用拆卸槽体输煤系统。

直到现在，苏联矿山工业在刮板运输机上采用两种类型的链子：可拆的冲压式的(开司东型)和板状衬套式的。

评定链子构造质量时一个重要指标，是最小的断裂力对一延米链子的重量的比例。从国产的和外国产的许多构造和尺寸的类型的链子来分析，可拆的冲压式链子，这个比例在2.6~3.4之间，板状衬套式的，在1.8~2.5之间；圆环的，在4.2~6.0之间。

成批制造的冲压式拆得开的链子的优点，是装配拆卸简单，不需采用专门连接环。但可拆的链子也有重大缺点。其中主要的，是在双链式输送机上操作时，不可能在水平面上弯转牵引链；原始节距的精确度不高，往往引起和链轮的正常咬合的破坏，链轮的很厉害的磨损，和由于直径小的链轮齿数不多，链子的转动不平衡。

苏联的板式链只是在莫斯科附近的煤矿区所用的两种刮板运输机上采用。这种结构的链子比较可拆的链子，实际节距，有更高的精确度。但它的制造是很困难的。重比(最小的断裂力对一延米链子的重量的比例)相当地大，而且在使用过程中，发生环距不均衡的扩大。

焊接圆环链的优点，是在不论任何方向的活性，这使它能在弯曲运输机上运用；采用它还可使牵引机构的重量减少大约25~30%；采用这种链子，制造链轮的劳动、容量以及它



的成本,将要低得很多,因为能够很容易地使用浇铸的链轮几乎不要机械的加工。圆环链的这些无可置疑的优点也提供了前面所说的在外国煤矿工业中那样广泛采用它们的可能性。链子所具有的重大缺点是必需运用连接环,这在运输机的装配和拆卸上,很不便。

由于缺乏苏联所需质量牵引校准链的生产,在我国设计的煤炭运输机上采用焊接校准链一直延迟到1956年,那时为了保证采用焊接校准链的刮板运输机的生产,在煤炭工业“劳动胜利”厂中组织了用30ХТСА钢来生产焊接校准链。

设计-工艺工作,由全苏煤业机器制造科学研究和工艺设计院(简称ВНИИТуплемаш)进行。在作者的领导下,同时在“红锚”工厂的专家们(工程师:杜宾斯基·恩·格,什莫特金·阿·依,叶罗欣·普·格,奥勃钦别兰斯基·符·德等等)积极参加之下来进行。

在此以前制成了两种弯曲运输机:一种是国立采煤机械设计院的KC-9型,另一种是哈尔科夫“矿工的光明”工厂的专业设计局的KCH-1型,在同一年内国立采煤机械设计院的马拉霍夫实验工厂制成了两部KC-9运输机,而哈尔科夫“矿工的光明”工厂制成了两部KCH-1运输机。上举的运输机到现在已完成了长期的井下试验。KC-9运输机用“红锚”工厂生产的链子进行装备,而在试验性的KCH-1运输机上装配着“劳动胜利”工厂制造的链子。

## V 苏联的高强度牵引式校准链的生产

如上所述,在1956年前虽则很明显的需要高强度校准链,主要作为煤矿工业之用,在苏联却并未组织所要求的数据的链子的生产。

1955年,专门生产电焊锚链、载重链和牵引链的工厂——“红锚”工厂接受了煤炭工业部的任务,头一个进行实验工作,用30ХТСА牌子的铬硅锰钢生产环径23毫米的焊接链,其最小的断裂力为50吨,在环距上,较之当时标准的类似尺寸的链子所规定的,有很严格的公差要求。

选用熔化对焊作为焊接方法。

最初工厂里在冷却状态下所进行的半链环弯曲试验,没有得到积极的效果,因为在金属纤维拉伸的地方不能免除裂缝的形成。以后弯曲在950°的赤热状态下进行。

在压力机上弯曲时,以及在以后校准时,不能保持半链环对公称尺寸的容许误差。由于这样,进行了端面铣的工序。

用30ХТСА钢作的链子的焊接过程,没有严重的困难。但是为了保证与公差有关的技术条件的完成,特别是关于环距( $64 \pm 0.69$ )的,要求进行补充工序——校准,将长的环节缴到规定的尺寸为止。这道工序是在手工式的焊接机上进行,而且是很费力的。

工厂中对从焊接处和原金属中取下来的试样所进行的金相研究,没有发现显著的构造改变。由链段在压力机上多次的试验,判明在荷重到40吨时相对延伸率不超过0.35%,只有在荷重到45吨以上时才变得很大。

由五个链环组成的链段和从链环切下的试样在断裂试验时,焊接处没有发现断裂。

根据所作的实验,制定了试制环径23毫米的链子的工艺过程。

工艺过程的程序: 1. 金属切成毛坯; 2. 在凸轮式专门冲模上,在赤热状态下作半链环的弯曲; 3. 铣半链环的端面; 4. 半链环在滚磨筒中清理; 5. 检验半链环; 6. 在有特别青铜钳口的半自动对焊机上进行链环的焊接; 在焊接时有自动停车装置,当达到所要求

尺寸时自动停车； 7. 用装有浮动刀片的专门的毛刺刮板来切除毛刺； 8. 毛刺切除的地方作手工的清理，检查链环焊接的尺寸和质量；热处理(调质)；在电炉上进行淬火与回火前的加热； 10. 链子的再次检查； 11. 用 37.5 吨的试验荷重作链子的拉力试验，用 50 吨的断裂荷重作五环的模型的拉力试验； 12. 链子的最后检查。

工厂制造的一批试验性链子，已规定为国立采煤机械设计院式的新式刨煤机之用，这个刨煤机是马拉霍夫实验工厂制造的。

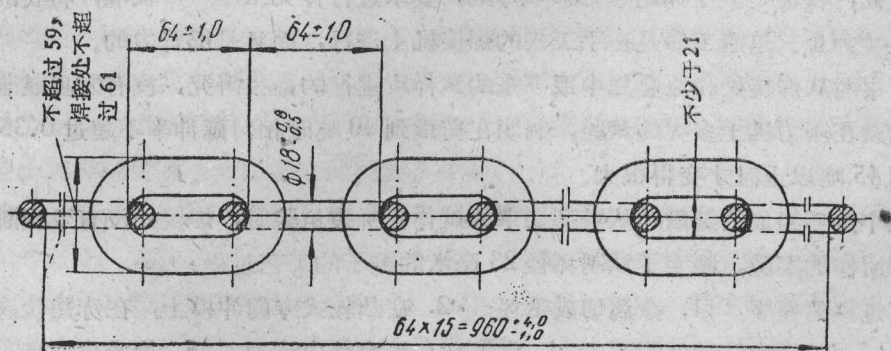
1956 年初在“红锚”工厂里又进行实验工作以求掌握用 30XTCA 钢制高强度链子的生产，链子的环径是 18 毫米，环距 64 毫米，用来作为刮板运输机的牵引机构。

依据试制 23 毫米环径的链子的资料，工厂拟订了试制 18 毫米环径的链子的工艺规程；在那里，取消了在手工焊接机上的端面铣和链环镦粗的费力工序。

工厂所试制的 18 毫米环径的链子供给了国立采煤机械设计院的实验工厂在两个 KC-9 型移动式运输机上用。

下面引述了上述各种链子的制造和供应的已修正了的技术条件。

1. 链子的尺寸必须符合图纸(图 7)。
2. 链子必须用苏联国家标准 2590-51 所规定的热轧圆钢来制造。
3. 必须采用苏联国家标准 4543-48 所规定的 30XTCA 牌子的钢制造链子。每一链子截段必须由同一炉熔化的钢来制造。
4. 链环上不应有裂缝、铸疤和起鳞。焊补和填充校正上面的毛病是不允许的。链环表面在允许存在的缺点方面(小的发裂、凹槽、刮伤和其他)，必须满足苏联国家标准 4543-48 规定的要求。
5. 焊接处的接头直径不应超过 20.6 毫米。
6. 在接头处，链环的焊接端彼此间的偏差不应超过 0.8 毫米。
7. 在弯曲地方的环里面金属的揉皱不应超过 1.5 毫米。
8. 整个链子在电焊后必须进行热处理——调质(淬火和高温回火)，热处理后硬度为  $300 \sim 400 H_B$ 。试制一批链子后要明确硬度极限。
9. 制成的链子表皮上不准有熔渣。
10. 链子供应时应是一段一段的，每段有 15 环。
11. 链节全长必须经受 21 吨的试验荷重，在试验荷重下的持续时间不少于 30 秒。
12. 在试验荷重下，五个链环(320 毫米)的容许总延伸不多于 1%，剩余延伸不多于 0.5%。
13. 链子的断裂应力必须不少于 30 吨。
14. 热处理后链子试样的机械性能： $\sigma_B \geq 105$  公斤/毫米<sup>2</sup>， $\sigma_s \geq 80$  公斤/毫米<sup>2</sup>， $a_K \geq 5$  千克米/厘米<sup>2</sup>。
15. 链子的验收规则和试验方法必须按照苏联所采用的关于载重和牵引校准链的方法来办。这个方法在苏联国家标准 2319-55 中已加说明。这一点在编好的工艺规程加以确定。
16. 链子的包装、运输和储藏必须遵守苏联国家标准 2319-55 所



第 7 图 18 毫米直径的焊接链



规定的办法。17. 链节成对地配合起来, 两节的长度差别在 1 毫米以下。18. 在每节的一端的环节上, 加上以下烙印: 甲、工厂牌号, 乙、技术检查科烙印, 丙、制成的年份 (最后两个数字)。

由于必需在极紧迫的时间和缺乏工艺过程中基本专门的现代制链装备下组织生产, 两个半链环构成的链环是在改进的万能对焊机上用熔焊方法连续焊接的。

用这种方法制链是照下列方式进行的。

两个半链环放在对焊机的钳口上进行焊接。缴粗时形成的毛刺, 在由焊接加热以后, 随即用专门的毛刺刮板的刀刃来切去。下一环也由两个半链环构成。其中的一个预先放进第一环里, 将链环焊接成链的全部过程, 就是这样地实现的。

在第 8 图中引用了“劳动胜利”工厂由 30X1CA 钢制成 18 毫米直径的焊接牵引校准链的工艺图。由图可以看出, 工艺规程包括下面一些主要工序:

1. 在曲轴压力机上, 在冲模中切割毛坯。
2. 毛坯在连续式煤气炉上加热。
3. 半链环在水压机上弯曲 (用水压机弯曲以保证必要的几何形式链节长度和半链环的稳定尺寸)。
4. 半链环在 323 型抛丸式半自动机上清理。
5. 半链环在经过改进的万能式对焊机上焊接。
6. 在曲轴压力机上, 在热的状态中切去毛刺。
7. 在立式试验机上, 用拉伸链段办法进行链子的校准。
8. 在用发生炉煤气工作的推钢机型的淬火-回火联动机上热处理 (淬火和高温回火)。
9. 用试验荷重试验链段。
10. 最后检查。

#### 链子车间的主要技术经济指标

1. 年产量 1,600 吨, 以后要提高到 2,500~3,000 吨。
2. 车间的生产面积 2,043 平方公尺。
3. 设备单位 57 个, 其中生产的 50 个。
4. 工人数 150 人, 其中生产的 104 人。
5. 每平方公尺生产面积上的产品出产量 0.78 吨。
6. 每吨链子的工厂成本 3,478 卢布。
7. 每吨链子上的金属消耗量为 1,263 公斤。
8. 每吨链子的基本焊接工序上的电力消耗量为 650 瓩小时。
9. 每吨链子上的发生炉煤气消耗量为 2,200 立方米。

1956 年“劳动胜利”工厂在全苏工业运输科学研究所煤炭机械科研设计院参加之下, 采用已研究好的用 30X1CA 钢制造直径 18 毫米的高强度的校准链的工艺规程和掌握了工业生产规律。

从工厂所进行的多次的链子试验中, 可得出下列结论:

1. 在正确热处理后 (调质后) 的链段, 在载重 40 吨下, 不会发生断裂 (按照技术条件, 断裂应力不低于 30 吨)。
2. 未受过热处理的链段的断裂应力, 不低于 28~30 吨。
3. 一切试样所达到的强度极限和屈服点比技术条件所规定的要大得多。
4. 所有长  $960 \pm (1 \sim 4)$  毫米的链子的截段在 21 吨试验载重的试验后, 具有剩余延伸 0.1~0.35%, 这是在容许范围内的 (0.5%)。在所用的载重不到 15 吨时, 在链子截段上看

不到剩余延伸。

5. 在样品接头处的冲击韧性, 符合于技术条件的要求。

由链环切割下来的试样的金相研究, 指出: 1. 在热影响区内发生晶粒的变细; 这些部分的显微组织是索氏体(在 $P=200$ 克时显微硬度相当于376); 两个半链环的接头处有不小的脱碳作用; 在焊缝区中未发现非金属杂质; 2. 在热处理(调质)在焊缝上切口, 从链环的中部所取的冲击样品的显微组织, 没有暴露出在近焊缝区的金属的构造的差别; 3. 焊接的质量好; 在焊缝区中没有发现不紧密性和非金属杂质。在半链环接头处的不大的脱碳作用对于焊缝的强度没有显著影响。在热处理后, 焊接区和原金属在显微组织上的差别完全消失。

1957年4月到8月中, 顿涅茨矿区马凯耶夫煤炭公司的“无产阶级深处”矿井和沙赫乔尔斯坎特拉齐特公司的4/9矿井, 在两部KCH-1的运输机上(图9和10), 进行焊接校准链的试验, 这些矿井试验的结果如下:

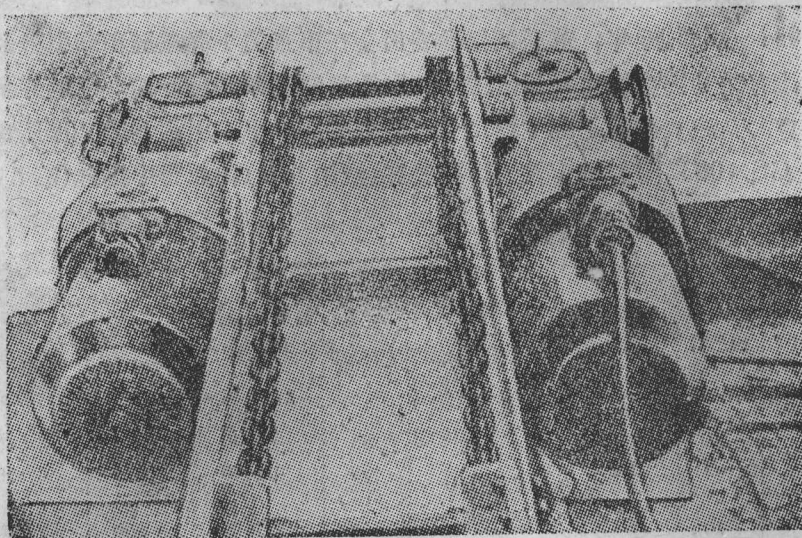
1. 圆环链平稳地操作, 没有中断和脱落。
2. 链子和链轮的咬合没有破坏(链环对齿轮没有滑动、碰撞等等)。
3. 链子运行时链环没有变形。
4. 运输机在5个月的运行中没有发现链轮齿工作面的磨损。
5. 在同一段时间内, 未发生过链子断裂, 也没有由于牵引机构和与它有关的部件的原因而致运输机停顿。



第9图 运输机KCH-1上的焊接链



6. 圆环链具有高度的工作能力，在弯曲运输机上运行时完全适宜和可靠。  
刮板运输机 KHC-1 工业试验结果，证明在苏联矿井上广泛使用焊接校准链是可能的。



第 10 图 在 KHC-1 型运输机上的焊接链、传动机头

## VI 外国的焊接链的生产

### 捷克斯洛伐克民主共和国的链子生产

捷克斯洛伐克工业所出产的一切刮板运输机，都是用电焊圆环链装备的。带有这种构造的链子的运输机的长期使用，显示出它的完全适当性能。

上述链子的生产，主要集中在“马拉·马拉夫卡”和“捷斯卡·维斯”两工厂。

#### 所采用链子的尺寸、原料和对于电焊链的技术要求

捷克斯洛伐克民主共和国的牵引链和载重链，即是无横档的链子，都是制成由 6 到 42 毫米的环径的。

轻型的双链式刮板运输机 TP-0.1 采用环径 13 毫米，环距 45 毫米和环的外部宽度 44 毫米的电焊链，作为牵引的机构。这种链子的链段一般包括 10 个链环，它的长度是 450 毫米。

在 THD-20 的运输机上，采用同样数据的链子，但刮板的间距要大一点。链段的长度为 585 毫米，这就是说，它有 13 个链环。

在捷克广泛使用的刮板运输机 THD-40 上采用环径为 18 毫米而环距为 63 毫米和外部宽度为 63 毫米的链子。

链子的尺寸，制造它们所用的原料和对它们的技术要求，都由现行标准规定了。

为制造列在捷克的 023211, 023212, 023231, 023233 等标准内的链子，采用 113354 牌号酸性平炉钢，按 1511-48 标准轧成钢材。

113354 牌号钢的最高碳含量是 0.1%，硫和磷的最高含量，每种不多于 0.05%，但后两种元素的总含量不应超过 0.09%。拉伸时，钢的强度极限 35~42 公斤/毫米<sup>2</sup>，延伸率  $\sigma_{10}$  不低于 25%。