

制动器及离合器摩擦片用 铝铆钉腐蚀原因及抗蚀方法

包裕茂

南京汽车制造厂档案室技术情报组编印

一九六四年十二月

目 录

一. 前 言	1
二. 与制动、离合器摩擦材料铆合的铝铆钉 腐蚀现象和腐蚀过程	1
三. 铝铆钉腐蚀原因的分析	3
四. 铝铆钉电化学腐蚀机理	3
五. 抗蚀试验	5
六. 试验结果的讨论	15
七. 结 语	21

制动器及离合器摩擦片用铝铆钉腐蚀原因及抗蚀方法

一、前言

与汽车制动摩擦片、离合器摩擦片铆合的铆钉，国内多用铝制，苏联格斯和吉尔载重汽车也用铝制铆钉，有些国家也用黄铜制造。

我厂NJBO汽车摩擦片，采用石棉酚醛塑料压制。与摩擦材料铆合的是钢片或可锻铸铁（手制动器）。铝铆钉具有足够的强度，但存在着腐蚀现象，特别是在貯存在车间或仓库里的未使用过的产品上更为严重。在潮湿、温暖季节（一般是5~10月），我厂每年都发生铝铆钉强烈的腐蚀现象。在60年，62年的上述季节，产品上的铝铆钉（在车间里待装配的制动蹄和离合器片和库存的半成品或成品上的）都发生极其严重的腐蚀。铆钉头都因严重腐蚀而自动落下，一般只需经过10~20天，即发生上述严重情况。所以在62年以后，不得不改用黄铜铆钉。因国内不生产制动离合器用半空心黄铜铆钉，所以很长时间我厂自行缴制紫铜空心铆钉，铆接质量较差。

铝铆钉的腐蚀是比较普遍的，不仅汽车制造厂里发现这种现象，在修理厂中换下的石棉橡胶摩擦片制动蹄上也可发现这种现象。

汽车制动和离合器摩擦材料需要经常更换，铆钉的消耗量相当大，NJ130上共有150个铆钉，重约0.5公斤，全国汽车维修所需的铜铆钉，年消耗量很大，铜铆钉的价格为铝铆钉的三倍，因此，研究铝铆钉的腐蚀原因、过程和抗蚀方法，具有很大的实际意义。从1962年6月份开始，我们进行了一系列试验，并得到了一定的结果。试验结果表明铝铆钉的腐蚀是可以经过适当的措施来防止的。

还有：我国的铝铆钉有部分出口的，所以这一问题更应注意。

二、与制动、离合器摩擦材料铆合的铝铆钉 腐蚀现象和腐蚀过程

在生产中观察到腐蚀最严重的部位是头部。有的头部已因发

生严重腐蚀而脱落，而尾部很轻微，很多没有发生腐蚀。

腐蚀是在头部边缘出现一个或几个腐蚀点开始的。腐蚀点有胶状的、灰白色粉末或结晶，然后扩展到全面，并且由表面向内部深入。

从车间里铝铆钉已腐蚀的摩擦片上取摩擦片试样进行化验，含酸碱盐量如下：

表1. 试样含盐、酸、碱 (按重量百分比)

化验编号	Cl ⁻	酸	碱
化字#0754	0.5323	无	无
化字#0928	0.3106	无	无

为了进一步了解铝铆钉的腐蚀过程，在1962年8月1日到8月底，对试样进行观察

表2. 试样含盐、酸、碱 (按重量百分比)

试样编号	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	酸	碱
I—1.	0.08874	无	无	无
I—2.	0.2064	微量	无	微量
I—3	无	有	无	微量

试样和制动蹄用铆钉々在一起，一如产品。I—1用铝铆钉，I—2用铝铆钉及铜铆钉，I—3有2个铜铆钉。

表3. 铝铆钉的化学成分 (%)

Si	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Al
1.06	2.74	0.66	0.32	无	无	余量

铆合后试样放在潮湿的水泥地上 (I—1, I—2) 和砖地上 (I—3)，为保持土地的湿度，经常洒水，但试样上不沾水。

I—1、I—2在8月1日开始，I—3在8月4日开始，试验中观察到如下现象：

1. 铝铆钉的腐蚀开始在头部边缘个别点开始，然后向整个面并由表面向内部扩展，一如车间观察：尾部也不发生腐蚀。
2. 和摩擦片接触的部分发生腐蚀，不接触的则没有发生腐蚀，已腐蚀的铆钉剥去周边的部分摩擦片，并将腐蚀产物清去，

这样，这一部分也不再继续腐蚀，而未剥去的部分则继续腐蚀。

3. 铝铆钉的腐蚀速度很快，I-1 试样在试验后5天已全部腐蚀，20天后铆钉头落下。I-3 情况也差不多。I-2 情况较好些，但也发生腐蚀。

4. 铝铆钉在金属和摩擦片接触处的腐蚀极微，在钉头已蚀下时，这一部分仍完好。

5. 铜铆钉形成黑色氧化铜薄膜后，不再继续腐蚀。

三、铝铆钉腐蚀原因的分析

铝的化学稳定性是较好的，根据这样快的腐蚀速度，和摩擦片中氯含量、又是和电位较铝为正的钢接触，所以可以判定铝的腐蚀是电化学腐蚀（或者说主要的是电化学腐蚀），腐蚀产物是 Al_2O_3 和 $Al(OH)_3$ ，对腐蚀产物进行化验，也得到了有力的依据。

表4. 腐蚀产物化学分析结果（试样取自车间半成品上）

Al_2O_3	$Al(OH)_3$	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	杂质
17.77%	19.19%	26.79%	余量

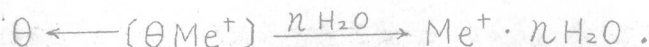
表中 $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ 它的含量是值得商榷的，它是由 Al 和 $[Cl^-]$ 的含量换算出来的，也可以是 $[Cl^-]$ 和 Al 粉末独立存在物，或许含有微量的 $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ 。

在后来的试验中，我们用电压表测量铆钉腐蚀部分和未腐蚀部分的电位差（0.05V），虽然测量是不理想的，但是证明了铝铆钉的腐蚀是电化学腐蚀。在制动蹄和离合器上，铝铆钉是阳极，钢板是阴极，而电解液则是摩擦片中潮湿于摩擦片表面水份中的氯离子或其他离子；因这些离子以氯离子影响为最严重。

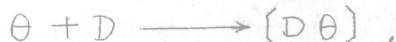
四、铝铆钉电化学腐蚀机理

电化学腐蚀和化学腐蚀不同之处，是前者在腐蚀过程中产生电流；其金属与反应物相互作用的总反应，可以分成二个反应——阳极反应和阴极反应。

阳极反应或阳极过程是金属在溶液中分离成为离子和电子，离子溶入水中和水分子水合，而电子则仍尚在金属基体中，可用下式表达：

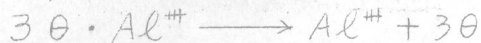


阴极反应或阴极过程则是某种去极化剂吸收金属的多余电子:

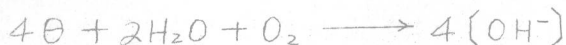


上面的两个反应可以在两个地区(极区)独立地和同时地进行,因为在金属中有电子的传导,而在溶液中则有金属离子的传导.由于这两个反应可以分别在比较容易进行的地区进行反应,也就降低了腐蚀过程所需的总的活化能,造成了腐蚀进程的有利条件.

对于铝来说,阳极反应是:



而阴极过程则以氧为去极化剂,即阴极氧去极化作用,它的总反应如下:



摩擦片中所含电解质溶解于表面吸附的水分子中,构成了电解质,使金属不断溶解和自阳极区流动到阴极区,自由电子则在金属中流动并为氧去极剂所吸收.

阳极和阴极反应结果,生成了腐蚀产物:



这就是试样上和观察到的胶状物或结晶体.但 $Al(OH)_3$ 失去水份成为 Al_2O_3 :



这时形成的 Al_2O_3 并不是緻密的薄膜,而是疏松的多孔的,甚至呈粉末状附于表面,这就是看到的灰白色粉末,它没有保护内部不受侵蚀的特性,所以内部仍将继续腐蚀.

除了两种金属——铝和钢——组成阴阳极外,铝极由于如下原因也可以造成电化学不均匀,即造成微电极:

1. 金属本身的变形,如铆钉头部的微扁对于未微扁部分,压痕对于无压痕部分;
2. 金属本身不纯,含有其他金属元素,如铝中含有铁、铜等;
3. 金属表面氧化膜的破坏对于未破坏部分;
4. 金属氧化膜的孔隙等。

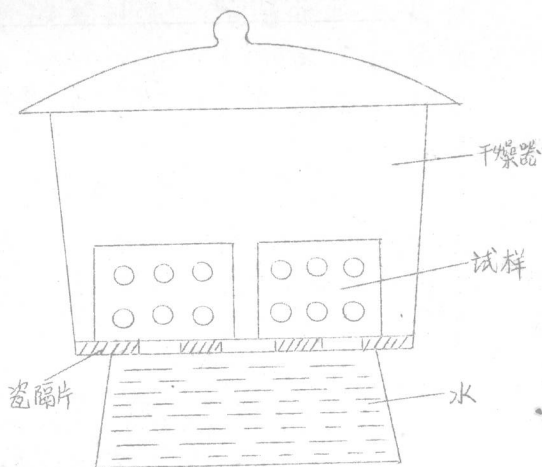
五、抗 蚀 试 验

经过初步的试验和腐蚀原因的探讨，提出了如下的试验内容：

1. 各种摩擦片的含盐、酸、碱量对铝铆钉腐蚀的影响；
2. 各种表面处理效果；
3. 进一步查明和证实铝铆钉腐蚀和抗蚀机理、过程、因素。

试验在63年6月底开始，64年7月结束，先后进行了三次。

各次试验都是将试样放在干燥器中，干燥器下面容水，试样放在瓷隔片上（如图1）。试样受到饱和蒸气浸浴，但是表面并不直接沾水，这样能够保证各试片的试验条件相同。而在较高温度下，或者说与在同样温度的汽车工作条件下，这种情况是最潮湿，一般地讲，也是最恶劣的。



下面是各次的试验情况：

(一) 第一次试验

日期：1963年6月26日

图1. 试样在干燥器中放置情况

到10月24日。

试样：将摩擦片铆在1毫米厚的钢板上，摩擦片含各种盐份，铝铆钉在阳极处理以后，经过各种不同方法封闭，有部分则未经表面处理。各种摩擦片的含盐、酸、碱量，铆钉的表面情况和试样铆合情况见表5~7。

表5. 摩擦片的含盐、酸、碱量（重量百分比）

试样编号	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	酸	碱	註
II-1(1')	无	无	无	微	
II-2(2')	0.264	无	无	无	
II-3(3')	0.022	无	无	微	
II-4(4')	0.088	无	无	微	
II-5	0.022	无	无	无	离合器片
II-6	微量	无	无	无	离合器片

表 6. 铝铆钉表面处理后的标记

表 面 处 理 情 况	标 记
阳极处理, 重铬酸钠封闭	A
阳极处理, 浸蓖麻油	B
阳极处理, 蒸馏水煮沸 30 分钟	C
未处理铝铆钉	D
紫铜铆钉	E

表 7. 铆钉在摩擦片上的铆合情况

试样编号	铆合金属	铆 钉 数 量				
		A	B	C	D	E
II-1, II-1'	钢 片	1	1	1	1	1
	无*	10	9	3	3	2
II-2, II-2'	钢 片	1	1	1	2	0
	无	7	4	5	3	4
II-3, II-3'	钢 片	1	1	1	2	0
	无	4	8	5	3	5
II-4, II-4'	钢 片	1	1	1	4	0
		6	6	3	8	0
II-5	无	4	2	2	2	2
II-6	无	3	2	2	2	1
铆钉合计	钢 片	4	4	4	8	1
	无	34	31	20	21	14

* 铆合金属“无”指铆钉直接铆在摩擦片上, 没有其他金属。此时铆钉腐蚀将由本身表面电化学不均匀引起。

上述试样一起放在一个干燥器内，在试验开始，曾放在恒温箱内。

白天温度保持 $42^{\circ}\sim 48^{\circ}\text{C}$ ，晚间则在 $30^{\circ}\sim 33^{\circ}\text{C}$ 之间共3天。以后放在室温下。7月份室温在 $26^{\circ}\sim 36^{\circ}\text{C}$ 之间，一般在 30°C 以上，8月份的室温与7月份相近。

每天对试样进行观察，得到如下要点：

1. 腐蚀最早出现的试样：

a. 试样 II—3 最早出现腐蚀，其中以和钢片接触的 #A、#D 铆钉为最快，在试验以后30小时即发生白色腐蚀点，数量各1，在48小时后，#D 上出现更多的腐蚀点，#C 出现一个腐蚀点，部位都在边缘。单独铆合的 #D 铆钉则在54小时后陆续出现腐蚀点。

b. 试样 II—2，48小时后和钢片接触的 #D 铆钉又个出现多点腐蚀，54小时后 #A、#C 出现一个腐蚀点，没有和钢片接触的在54小时后发生腐蚀点。

c. 试样 II—4，两个 #D 和钢片铆合的在54小时后发生多点腐蚀，#A 发生腐蚀点，而未和钢片铆合的 #D 铆钉在72小时后有4个点蚀。

d. 试样 II—1 上 #D 铆钉和钢片接触的，在72小时后有白色粉末，未接钢片的也有点蚀。

在这里可以看到和钢片接触的铆钉腐蚀开始快，而未和钢片接触的，则腐蚀开始迟，而且仅 #D 铆钉腐蚀（即未经表面处理的铝铆钉）。

2. 腐蚀产物的形态：

a. 腐蚀产物开始为白色或透明小点，然后扩大，成为胶状物，重々盖在铆钉表面上，在一个时期以后变为晶体，而后呈灰色粉末状。胶状物有无色、棕色。晶体也有呈绿色的（在 #A 铆钉上）

b. 腐蚀产物也有的由点变成泡状，泡渐渐扩大，而后出现胶状物再转化。

c. 也有看不到胶状物，只能看到晶体转化粉末，或仅看到粉末扩展。

3. 腐蚀都是从头部边缘点开始。先出现一点，然后出现几点，再向全面扩展，以后深入内部，但一直见到粉末而未见胶状产物的，则深入内部程度比较轻微。

4. 腐蚀的发展情况见表8。

5. 尾部也观察到有腐蚀，这可能是由于试样钢片较薄，含电解质的液体可以到达这一部位，致尾部氧化膜破损，所以引起。而在产品中则因钢板较厚，电解液不易到达这个部位。

表8. 和钢片接触的铆钉腐蚀情况

	II-1, II-1'	II-2, II-2'	II-3, II-3'	II-4, II-4'
#A 开始腐蚀时间	72小时后	54小时后	30小时后	7昼夜后
12昼夜后	未发展	腐蚀面积30%	2处腐蚀面积5%	腐蚀面积10%
30昼夜后	轻微腐蚀, 腐蚀面积 < 2%	严重腐蚀, 腐蚀面积100%	表面腐蚀, 腐蚀面积20~25%	深化腐蚀, 腐蚀面积35%
108昼夜后	全部腐蚀	全部腐蚀	全部腐蚀	全部腐蚀
#B 12昼夜后	未蚀	未蚀	未蚀	未蚀
30昼夜后	未蚀	腐蚀面积5%	未蚀	未蚀
108昼夜后	全部腐蚀	全部腐蚀	全部腐蚀	全部腐蚀
#C 开始腐蚀时间	72小时后	54小时后	48小时后	——
12昼夜后	未发展	腐蚀面积10%	腐蚀面积 < 5%	腐蚀面积20%
30昼夜后	表面轻微腐蚀	严重腐蚀, 腐蚀面积达90%	表面腐蚀, 腐蚀面积达30%	严重腐蚀, 腐蚀面积达80%
108昼夜后	全部腐蚀	全部腐蚀	全部腐蚀	全部腐蚀
#D 开始腐蚀时间	72小时后	48小时后	30小时后	54小时后
12昼夜后	轻微腐蚀	腐蚀面积70%	腐蚀面积85%, 80%	腐蚀面积分别为95%, 90%, 50%
30昼夜后	表面腐蚀, 腐蚀面积50~40%	全部严重腐蚀, 钉头落下.	1个全部腐蚀, 1个钉头落下.	3个均严重腐蚀, 钉头落下.
108昼夜后	全部腐蚀	——	——	——
#E 108昼夜后	——	未蚀	——	——

表 9. 直接铆在摩擦片上的铆钉腐蚀情况

	II-1, II-1'	II-2, II-2'	II-3, II-3'	II-4, II-4'
#A				
12 昼夜后	未 触	未 触	未 触	未 触
30 昼夜后	10个中有2个呈 腐蚀迹象	7个中2个表 面褪色	4个全部未触	6个中3个褪 色
108 昼夜后	10个中1个腐蚀 面积达50%。 4个轻微, 5个 未腐蚀。	1个严重腐蚀, 1个极轻微腐蚀, 5个未腐蚀。	4个中1个有 腐蚀点, 3个未 腐蚀。	6个中1个略有 腐蚀迹象, 其余 无。
#B				
12 昼夜后	未 触	4个中2个发现 腐蚀点。	8个中1个发 生轻微腐蚀。	未 触
30 昼夜后	未 触	1个腐蚀20%, 1个为5%。	8个中有1个 轻微腐蚀。	6个未腐蚀。
108 昼夜后	9个中1个腐蚀 面积90%, 3个 达50%, 3个30%, 2个较轻微。	4个严重腐蚀 ——	8个中1个严重 腐蚀, 1个较严重, 其余轻微腐蚀。	6个中2个较严 重腐蚀, 3个较 轻微, 1个未触。
#C				
12 昼夜后	3个中有1个 腐蚀	5个中有1个 尾部腐蚀	5个中有2个 发生轻微腐蚀	未 触
30 昼夜后	上述铆钉腐蚀 面积发展到5%, 余无。	2个腐蚀分别 为10%, 5%; 余无。	5个中2个腐 蚀面积均为 5%。	3个均未腐蚀
108 昼夜后	3个均严重腐 蚀。	5个中2个严 重腐蚀, 3个 轻微腐蚀。	5个中1个严重 腐蚀; 1个较严 重, 腐蚀面积80%, 2个达30%, 1个有触点。	3个, 钉端轻 微腐蚀, 焊端 腐蚀较严重。
#D				
12 昼夜后	3个中有1个 轻微腐蚀。	3个中有1个 腐蚀面积达 15%。	4个均轻微 腐蚀。	8个中有6个 腐蚀, 有2个 达10%

30 昼夜后	1个腐蚀面积 60% 深入内部; 另2个则表面 腐蚀, 面积分 别为 50%, 5%。 严重的1个头 部落下	1个表面腐蚀, 面积达 50%; 1个尾部发生 腐蚀。 全部严重腐蚀	表面腐蚀, 腐 蚀面积达 20~ 30%。 全部严重腐蚀	表面腐蚀, 面 积2个达 25%, 5个达 15~10%, 1个无。 6个严重腐蚀, 2个 腐蚀面积 30~40%
#E 30 昼夜后	未 蚀	3个都有铜绿, 但不严重	5个未蚀	——
108 昼夜后	有铜绿点		2个有铜绿	——

表 10. 在 12、30、108 昼夜后铆钉腐蚀数量

	II-1, II-1'	II-2, II-2'	II-3, II-3'	II-4, II-4'	II-5, II-6	总数
#A 共计 (只)	10	7	4	6	7	34
12 天后腐蚀数	0	0	0	0	0	0
30 " " "	2	0	0	0	0	2
108 " " "	5	2	1	1	1	10
#B 共计	9	4	8	6	4	31
12 天后腐蚀数	0	0	0	0	0	0
30 " " "	0	2	1	0	0	3
108 " " "	9	4	8	5	4	30
#C 共计	3	5	5	3	—	16
12 天后腐蚀数	1	1	2	0	—	4
30 " " "	1	2	2	0	—	5
108 " " "	3	5	5	3	—	16
#D 共计	3	3	4	8	4	22
12 天后腐蚀数	1	1	4	6	0	12
30 " " "	3	2	4	7	0	16
108 " " "	3	3	4	8	4	22
#E 共计	2	4	5	—	3	14
12 天后腐蚀数	0	0	0	—	—	—
30 " " "	0	3	0	—	0	3
108 " " "	2	3	2	—	—	7

b. 表面处理的效果以重铬酸钠封闭的为最佳。在30昼夜以后，仅有2个腐蚀（34个中），而在108昼夜以后只有10个腐蚀，而其他的全部腐蚀。这是指单独和摩擦片铆合的。在这里面可以看到铝铆钉阳极处理是有效果的，在和钢片铆合的虽也发生腐蚀，但腐蚀较慢，这一点是极其重要的，它为以后的试验指出方向。

a. 重铬酸钠封闭是有效的。油封闭不仅最后都发生腐蚀，而且还要沾污摩擦片。

b. 单从铝铆钉表面处理着手，不能彻底解决这一问题，还得从铆合金属着手，即选择比铝电位为负的金属作保护极使改变腐蚀电流的方向。

7. 摩擦片的含盐量对腐蚀速度来讲不是决定因素，如含盐量为0.022%的铝铆钉首先发生腐蚀。

8. 试验证明，在含盐量为0.022%甚至不含盐而呈微碱性的摩擦片上，铝铆钉也会发生腐蚀，这说明铝铆钉抗蚀处理的必要性。

(二) 第二次试验

第二次试验从63年7月9日开始，到63年10月24日结束，由于在第一次试验中发现和钢片接触的，腐蚀特别快。所以这次试验，铆钉全部与钢片铆合，并对钢片表面作了不同的处理，以寻求保护电极对铆钉腐蚀的影响。

由于我厂制动蹄和离合器弹簧片都是镀锌的，国外许多汽车制动蹄也是镀锌的，所以采用了锌极保护。

试验方法同前。摩擦片成份和钢片表面处理情况及编号见表11、12、13。

表11. 摩擦片的含盐、酸、碱量（按重量百分比）

摩擦片编号	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	酸	碱	註
1	0.2623	微量	—	微量	制动摩擦片
2	0.08307	微量	—	—	离合器片

表12. 钢片表面处理编号

钢片编号	钢片表面处理
a	没有表面处理钢片
b	表面镀锌钢片

c	表面镀锌钝化钢片
d	没有表面处理的离合器弹簧片
e	表面镀锌的离合器弹簧片
f	表面镀锌并钝化的弹簧片

铆钉标记同前。

表 13. 试样编号

试样编号	铆 钉
III-1-a	# A 6 个, # B 烘干 1 个.
III-1-b	# A 4 个
III-1-c	# A 6 个
III-2-d	# D 2 个 ($\phi 4$)
III-2-e	# D 2 个 ($\phi 4$)
III-2-f	# D 2 个 ($\phi 4$)

腐蚀情况见表 14 和表 15。

表 14. 铆钉早期腐蚀情况

编 号	腐 蚀 情 况
III-1-a	A ₁ 4 昼夜以后发生腐蚀点(泡沬), 第 8 天汽泡扩大到直径 3 毫米。 A ₂ 6 昼夜以后发生腐蚀点(泡沬), 第 8 天汽泡扩大到 8x5 毫米。 A ₃ 第 8 天发生腐蚀点。 A ₄ 第 9 天发生腐蚀点。 B 第 9 天发生腐蚀点 3 个。 A ₅ 第 14 天发生腐蚀点。
III-1-b	A ₁ 第 14 天发生腐蚀点。 A ₂ 第 14 天有水滴, 疑似腐蚀 (铆钉本身有裂缝)。 A ₃ 、A ₄ 第 15 天有腐蚀点。 A ₅ 第 16 天有腐蚀点。 以上发现腐蚀时, 镀锌表面已有锈迹。
III-1-c	A ₁ 在 75 天后发生腐蚀点。
III-2-d	在第 50 天全部铆钉腐蚀, 但都在表面。
III-2-e	在 75 天后发生腐蚀。
III-2-f	在 75 天后发生腐蚀。

* A₁、A₂... 都是 #A 铆钉, 按腐蚀先后标注。

表 15. 铆钉在 20 天、50 天、80 天后腐蚀情况

	20 天后	50 天后	80 天后
Ⅲ-1-a	A: 6 个, 5 个腐蚀; 3 个严重腐蚀, 面积各达 70%; 1 个腐蚀面积达 40%; 1 个达 15%; 1 个未蚀。 B: 达 20%	所有铆钉全部严重腐蚀	
Ⅲ-1-b	A: 4 个腐蚀面积均在 10~15%.	4 个铆钉全部严重腐蚀.	
Ⅲ-1-c	未腐蚀	未蚀。钢片钝化表面部分出现黑色, 但未有锈迹。	1 个发生腐蚀, 钢片也出现锈迹。
Ⅲ-2-d	未蚀	2 个发生腐蚀。	
Ⅲ-2-e	未蚀	未蚀	腐蚀
Ⅲ-2-f	未蚀	未蚀	轻微腐蚀

从这次试验中, 可以看出:

1. 证明在钢片上镀锌能够使铝铆钉腐蚀延缓, 甚至不发生腐蚀。

2. 和镀锌钢片铆合, 铝铆钉的腐蚀要在镀锌层腐蚀以后出现, 而镀锌后钝化对锌层的腐蚀显然是有益的。

3. 离合器片的腐蚀情况要好得多。

在这次试验中, 还发现摩擦片表面发蓝。

(三) 第三次试验

第三次试验从 64 年 3 月 27 日开始, 试验时间 108 昼夜。目的是比较低碳酸代替油酸的摩擦材料对铝铆钉的腐蚀情况, 并对表面抗蚀处理再作一次验证。

试验方法同前。

试样编号见表 17。

表16. 摩擦片含盐、酸、碱量 (按重量百分比)

摩擦片编号	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	酸	碱	註
IV—1	0.04432	—	—	微	制动片
IV—2	0.04432	—	—	微	离合器片

铆合钢片和铆钉表面处理标记同前。

钢板尺寸: 80X5X1毫米。

表17. 试样编号及铆合情况

试样编号	钢片	铆钉
IV—1— <i>a</i>	<i>a</i>	A 6个, D 6个
IV—1— <i>a'</i>	<i>a</i>	A 6个, D 6个
IV—1— <i>bc</i>	<i>b</i>	A 5个, C 1个
	<i>c</i>	A 5个
IV—1— <i>bc'</i>	<i>b</i>	D 6个
	<i>c</i>	D 6个
IV—2— <i>e</i>	<i>e</i>	D (Φ4) 24个 (分成 <i>b</i> 片, 每片4个)。

试样IV—1—*a*——尾部开裂比较严重。

腐蚀情况见表18、19。

表18. 铆钉的腐蚀情况

编号	初期腐蚀	100天后腐蚀情况
IV—1— <i>a</i>	*D 一周内全部有腐蚀点。	*D 全部发生严重腐蚀, 3个头部脱落。
IV—1— <i>a'</i>	*A 在80天后开始腐蚀, 尾部腐蚀较早, 在50~60天后发生。	*A 有2个头部轻微腐蚀, 但尾部较严重。
IV—1— <i>bc</i>		除*C 略有腐蚀外, 全部*A 未蚀。
IV—1— <i>bc'</i>	腐蚀在50天后开始。	6个*D 发生腐蚀, 但情况远较IV—1— <i>a</i> , IV—1— <i>a'</i> 为轻微。
IV—2— <i>e</i>	2个在60天后开始腐蚀。	

表19. 腐蚀数统计表

编 号	原有铆钉	100天腐蚀数
IV-1-a	A: 5个 D: 6个	2个 6个
IV-1-a'	A: 6个 D: 6个	6个
IV-1-bC	A: 5个 (b) C: 1个 (c)	0 1
IV-1-b'c'	D: 6个 (b) D: 6个 (c)	4 2
IV-2-e	D: 24个	

这次试验中可以看到：

1. 经过表面处理的铝铆钉和各种表面情况的钢片铆合，没有发生腐蚀。
2. 没有经表面处理的铝铆钉和未镀锌的钢片铆合，很快地腐蚀，并且很严重。而和镀锌的钢片铆合，则腐蚀较慢，而且较轻。
3. 从而得到这样的结论：铝铆钉经阳极处理钢片经镀锌并钝化，在使用中可以防止腐蚀，在本次试验中再度证实了这一点。
4. 摩擦片没有发黑现象，说明用低碳酸代替油酸在这一点上是好的。

六、试验结果的讨论

1. 摩擦片质量问题（含盐量影响及其他因素）：

根据对摩擦片进行化验，即认为含 Cl^- 量是引起腐蚀的主要因素。经过多次试验表明：含 Cl^- 量在 0.022% 仍要发生强烈腐蚀（对于未经表面处理的铝铆钉和钢片）甚至不含 Cl^- 而呈碱性也会发生腐蚀。当然，后者对腐蚀来讲，是比较缓慢些。

试验中发现有趣的现象：含 Cl^- 量 0.022% 的 II-3, II-3' 试样与比它含 Cl^- 多 12 倍的 II-2, II-2' 相比较，它上面的铝铆钉腐蚀出现得早，腐蚀晚期情况差不多。

这可能是由于下列原因：