

Lewis把熔融金属从熔炉流经喷嘴喷射到旋转轮的轮面上，凝固的产物不等转轮转一周就被抛出轮外。这种简单生产程序对高速生产箔、膜、粉末或薄片具有很大潜力。然而，有很多因素影响产物的质量或物理形状，象熔料成分、熔料过热、炉内大气、熔炉组成、喷嘴结构外形、喷射压力、喷嘴到叶轮的间隙和叶轮的表面条件、成分、速度和温度等。

Lewis的设备由带有金属法兰盘密封的不锈钢真空室、涡轮分子真空泵和保证最大清洁度与无油气体的闭合回路、低温泵组成。在熔融期压力一般维持在 $10^{-6} \sim 10^{-5}$ mm汞柱的范围。剩余气体分析仪连续地监测真空室内的气体成分，同时监测六种气体试样。个别气体浓度可测到低于10ppm。将选择的气体充满真空室以提供一种给定的、实际的或惰性的气氛。叶轮表面速度可连续变化到最大速76.2m/s。用无线电频率源把叶轮温度控制到427℃，或者给叶轮抽汲冷却剂来控制，温度用二色红外热探测器监控。各种不同材料的轮面可装在冷却的轮毂上以改变铸件表面的热传导性。

对火箭和先进的高超音飞行器来说，当前的目标应集中在高强度、高传导性铜合金上。最近已着手提高Ni-Al金属化合物的延展性和改善铌合金的抗氧化能力的研究。这种材料可用热压或均衡热压加工。

韩平摘译《Aerospace America》May 1987.

用于热机的固体润滑剂

航天飞行器和高效能发动机对润滑剂的热氧化稳定性有很多严格的要求，因此，研制一种新的润滑剂——固体润滑剂势在必行。

某些固体能起润滑作用，但是，已知的单一固体润滑剂不能适用于整个的轴承/密封温度范围。为适用于最高工作温度，需要预先采用一些新技术。因此，着重研制能自身润滑的复合材料，包括两种或多种固体润滑剂，以便用于宽广的温度范围。有两种典型固体润滑剂，即硫化钼（ MoS_2 ）和石墨。不幸，硫化钼和石墨在343.3℃以上的空气中易氧化。如果将其加入到高温复合材料中，就可作为热循环低温部件的润滑剂，在热端和最后一个循环时才被分解。由于这个原因，Lewis还在继续寻找新的固体润滑剂，使其可在343.3℃以上工作。

还有一些研究过的材料是软质氧化物，象氧化铅（ PbO ）和化学稳定的氟化物（ CaF_2 和 BaF_2 ）。但这些材料也不能适用于整个温度范围，它们在高温下能起润滑作用，在低温下则不能。然而，薄银膜从低温到大约493℃都能起润滑作用。银不具有高温下的动力承载能力，直到801℃的熔点时，它的氧化性是稳定的。

银和氟化物的复合材料能在反复热循环的宽广温度范围内起润滑作用。利用这种概念研制出两种高温合金的复合材料涂层：熔融-胶接涂层，约0.0254mm厚，和等离子喷涂层，约0.254mm厚。

熔融-胶接涂层的涂敷方法是，将银粉、氟化钙和氟化钡的水悬浮液用空气喷刷，然后在炉中用氢气或氩气在906℃下热处理。906℃正好是钙、氟化钡的氟化混合物的熔点。最后冷却完全胶接好的涂层。这种涂层含有显微银珠，分布在整个氟化物的基体中。用等离子喷涂各种成分的混合粉末形成较厚的涂层，然后用金刚石磨到0.254mm厚。这些涂层中的基体成分或是镍铬合金，主要作为粘合剂，或是金属-胶接的碳化铬，它具有高耐磨性。氟化物

和银可大大减少摩擦系数。持续使用石墨复合材料的最高温度约510℃，若短时间使用或许为649℃。氟化物-银的两种涂层都具有从低温到899℃的使用温度范围。

银确实可减少摩擦和扩大熔融-氟化物涂层的使用温度。没有银，摩擦系数会相当大(约0.4)，直到约399℃之后由于氟化物在高温下变得润滑了，摩擦系数才减少到0.2左右。

对在镍铬合金或碳化铬基体中含有银和氟化物添加剂的等离子喷涂层进行了摩擦-温度特性测量。从低温到899℃，这些涂层的摩擦系数约为0.2。镍铬合金基涂层，所谓PS100系列，具有低磨损率；碳化物基涂层，所谓PS200系列，有很强的耐磨性。一种典型的镍铬合金基涂层PS101，有下列组分(按重量)：镍铬合金30%、银30%、氟化钙25%和玻璃15%。类似的涂层PS100不含银，低于399℃不起润滑作用。一种典型的碳化物基涂层PS212，含有下列组分：碳化铬70%、银15和氟化物共晶15%。

PS100系列已经成功地应用于高速、低载荷的轴密封上，涂层只要有一点使用价值就会有收益。PS200系列涂层提供一个良好的硬的、耐磨的轴承面。这类涂层已成功地用作高温燃气轴承的润滑剂。在起动、停止和瞬时高速摩擦时，轴承与转轴是滑动配合。该涂面经10000次起动和停止的考验后，接触面磨损极小。

PS200系列涂层是有希望的，但仍须继续研制。由于是复合材料，只要改变一下组分就能满足各种条件的要求。需要进一步研究的有：化学合成的优化，涂层生产工艺和表面处理。

陈莹 摘自《Aerospace America》May 1987.

发 动 机 用 的 聚 合 物

一些正在生产的或将要生产的发动机复合材料部件是用石墨-增强PMR-15聚酰亚胺制成的。象石墨/PMR的空气旁通管将用来代替F-18战斗机的GE F-404发动机的钛金属管。这种管子不仅便宜而且轻。所以石墨/PMR复合材料管道已被考虑用于所有军用的低内外函涡扇发动机上，也用作其他部件，象发动机进气道的导流叶片、第一和第二级压气机的定子等。

Lewis研制的PMR-15是一种第一流高温基树脂。其突出的优点是，可在高压釜中经一次工序把许多单聚物(组分)聚合而成。直接使用这些单聚物是为了增强作用，不用预先反应漆。PMR的意义是：单聚物组分在现场聚合。

Lewis非常重视飞机发动机的先进聚合物基复合材料，因而它们在推进研究方面保持了NASA的领导中心。没有复合材料，要提高推重比是非常困难的。正在研制的材料有抗高温基聚合物，象凝聚-和添加-硫化聚酰亚胺、聚喹啉、梯形聚合物。对于空间结构，Lewis正在从事紫外线-稳定的、抗原子氧的聚合物研究。

Lewis不仅关心最新材料的研制，而且重视对分子状态下新材料性能的了解。因此，它正在研究单聚/聚合物的合成法和特性。聚合物/复合材料的特性、加工工艺、环境影响和温度-力学性质。

虽然PMR-15材料有成本和重量的优越性，但只能用于发动机的315.6℃段面上。为了进一步发挥其优点，使其用在发动机更高温的段面上，Lewis的聚合物基计划目前正对准371℃-基树脂、更坚韧的高温基树脂和更高温的粘结剂。