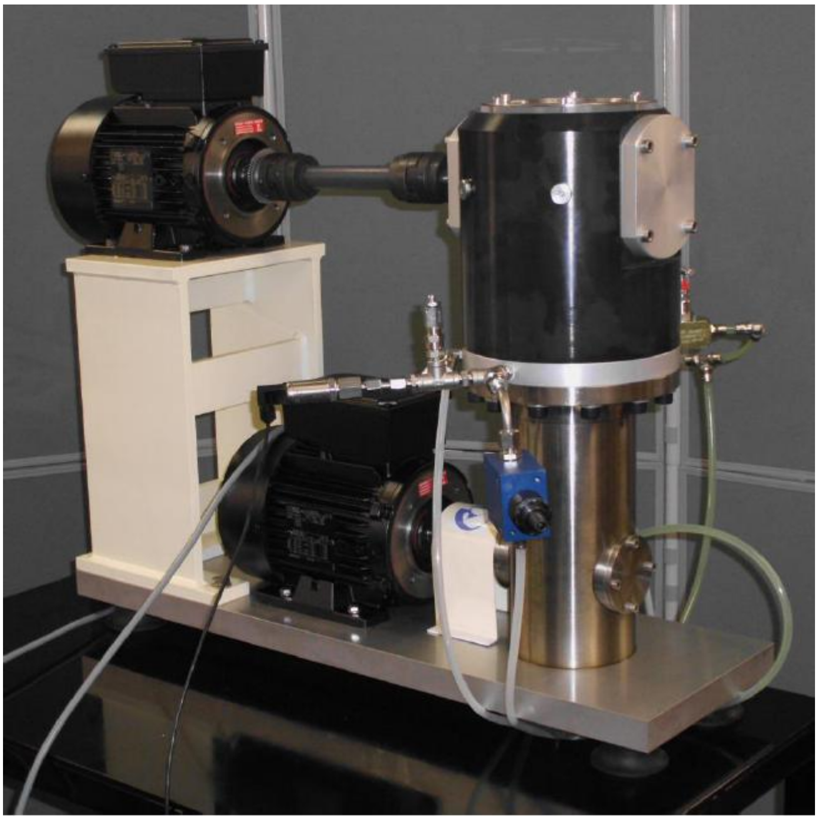
摩擦学简报: 34 期 2017 年 09 月

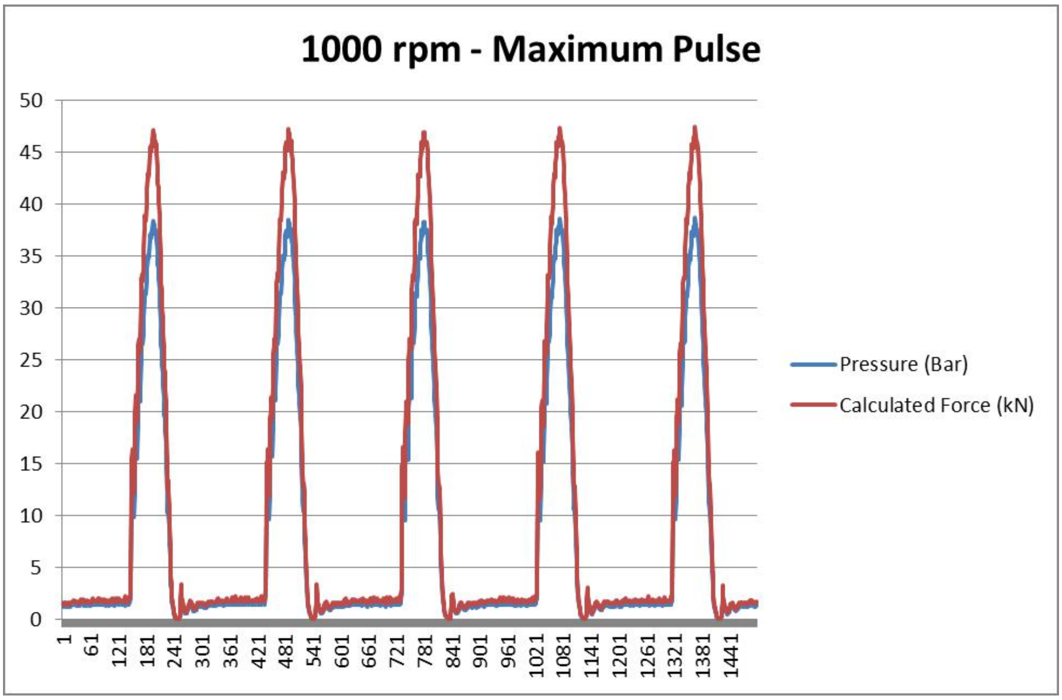
这是我们最新一期的摩擦学简报。在过去忙碌的一年里我们有许多成果。如需更多信息可通过邮箱：**info@phoenix-tribology.com** 与我司联系。中国大陆客户可直接与 PLINT 中国分公司联系，电话：0086 (10) 5975 5440 邮箱：info@china-amt.com。

正在进行的工作 – 产品研发：

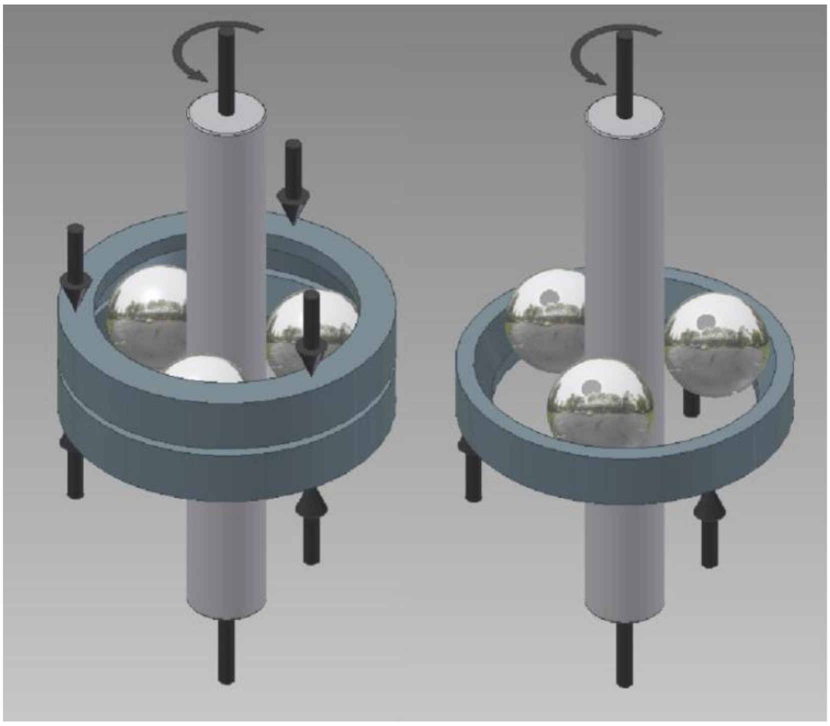
脉冲驱动轴承疲劳试验机



我们现在正在测试该轴承疲劳试验机的原型机。由直径为 125mm 的电流致动器产生的力理论值为 1,227N / bar。目前的原型机力的峰值大约 47KN。该试验机为开放式设计，可安装测试不同类型的轴承。



球棒摩擦试验夹具



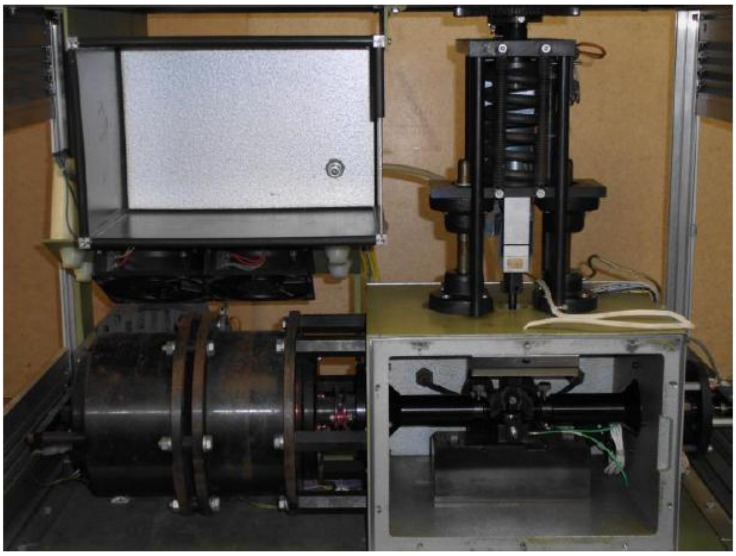
目前研发的球棒夹具如上图所示，是一款滚动疲劳试验夹具，可安装在 TE92 和 RCF2 设备上。以后也可进行扩展，成为一款独立的摩擦试验机。

非 PLINT 的摩擦试验机升级

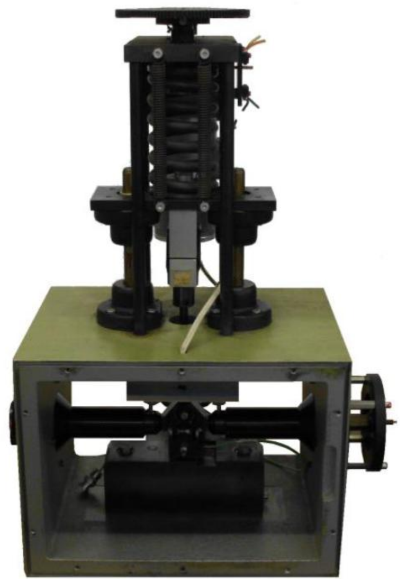
我们提供除了为 Falex 环块试验机和 CSM 销盘试验机提供升级之外，也提供其它知名品牌摩擦试验机的升级工作。

1. 高频往复摩擦试验机升级

这台为人熟知的电磁驱动式高频往复式摩擦试验机，球盘往复行程固定 1mm 或者 2mm，该设备满足 ASTM 等标准。在这里我们不方便提及该设备的产品名称，不过目前我们已经可以升级该设备较老的版本。



在升级的过程中，我们决定将不再继续使用原有的电磁驱动系统，或是换一个全新的但是价格昂贵而且又重的电磁驱动系统。我们选用的解决方案是用设计简单、低成本的固定行程的电机往复驱动来代替原驱动系统。

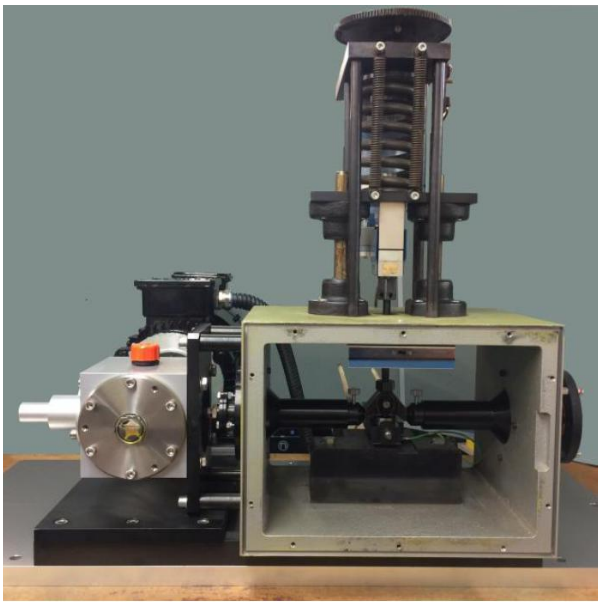


试验机腔体的内部附件包括一个固定样品组件，可用于安装带有加热功能的定时样组件。定时样安装了一个标准 Kistler 三轴压电传感器，其中一个测量轴专用于测量摩擦力。加载系

统包含由标准伺服电机驱动的弹簧和螺杆执行机构，还包含标准接口应变计力传感器，用于加载力反馈。

卸下侧面板后，可以通过断开电磁驱动器并释放机器底部的四个螺栓来卸下该组件。穿过电线以释放组件。

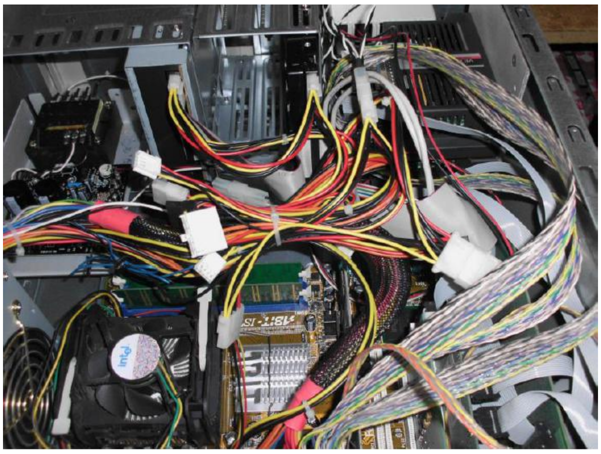
设备可以连接包含磁感应位置传感器的电机和挡车轭组件，并连接到标准 TE77 高频往复摩擦试验机的数据采集控制硬件和软件。



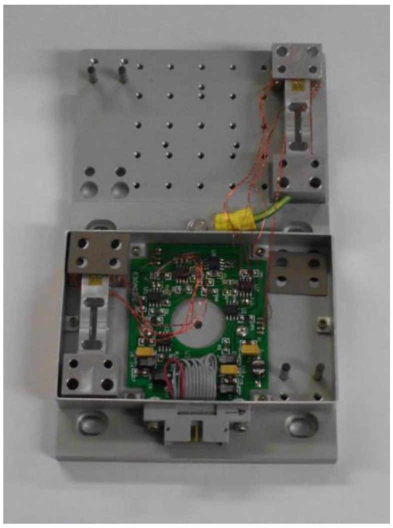
2. CETR UMT 试验机升级

我们目前还有另一个升级任务，即升级 CETR 的 UMT 设备。目前已无人提供该设备的技术支持。除了将该设备恢复到可使用和可维护的状态之外，我们还需设计和制造新的往复式适配器。

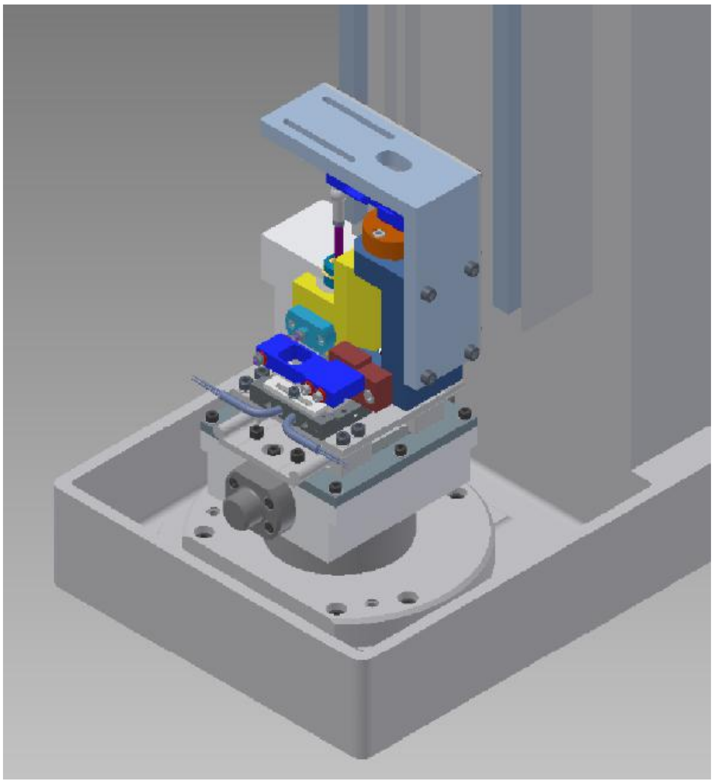
简短而说，该设备包括一个实现驱动运动的标准伺服电机和两个配有步进电机的线性滑动电机。其中一个在垂直轴上用于提供负载，另一个在水平轴上用于定位上试样。伺服电机的驱动器安装在设备上，而步进电机的驱动器却很奇怪的安装在 PC 里。步进电机的放置位置导致该设备根本无法进行后续的电脑配置升级，而且还会扰乱信号，影响电子设备，这种设计显然很不合理。我们决定将选用新的驱动器替换现有的驱动器，并安装在独立的电源柜中。



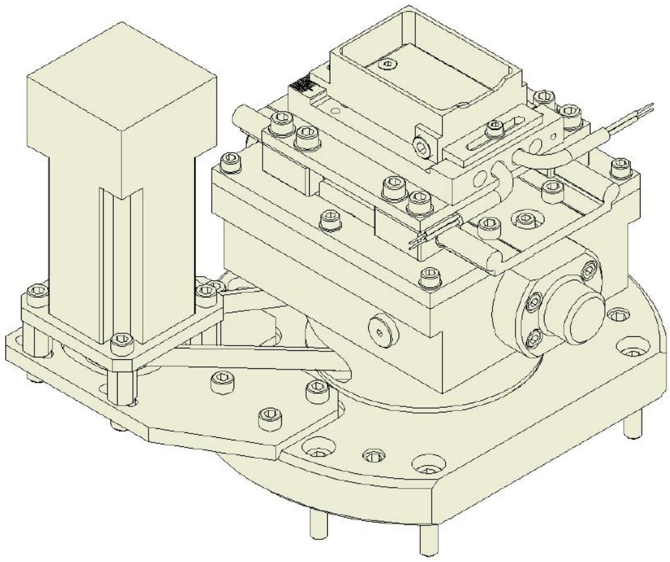
接下来我们将注意力转移到加载和摩擦力测量传感器上。尽管我们咨询了传感器制造商的专家意见，但仍无法解决该款设备是如何补偿测量轴之间的串扰。



该设备的使用手册中曾指出：“所有传感器都经过工厂校准，并为每个传感器创建了包含校准值的选择文件。如果该文件丢失或损坏，可以使用以下方法恢复文件。”由于无法获得原始校准文件，并且我们对手册中描述的校准方法持有怀疑，最后我们得出结论，我们完成升级的唯一方法是使用我们自己的加载和摩擦力测量测试组件，其中所有轴是机械隔离的，因此消除了串扰的问题。



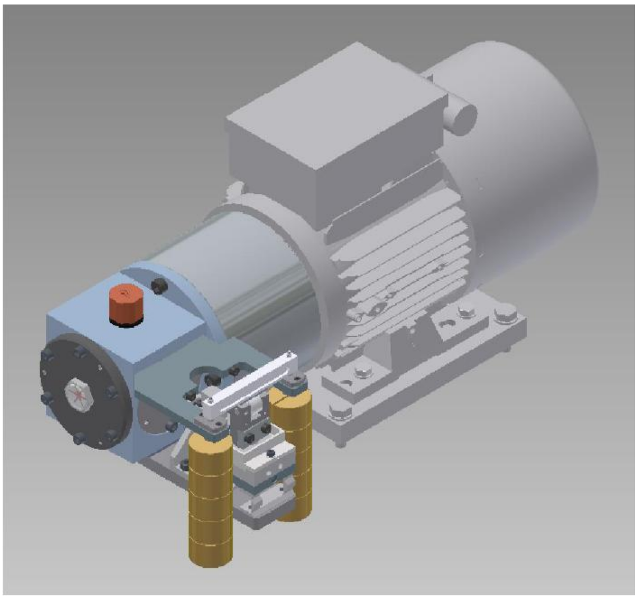
新的往复运动组件使用与标准 TE77 高频往复摩试验机相同的挡车轭凸轮系统，该系统已经是成熟的驱动系统。



控制和数据采集系统是我们标准的 COMPEND 2000 软件和硬件。

正在进行的工作－生产中

TE81 改进版 HFRR 燃料润滑性试验机



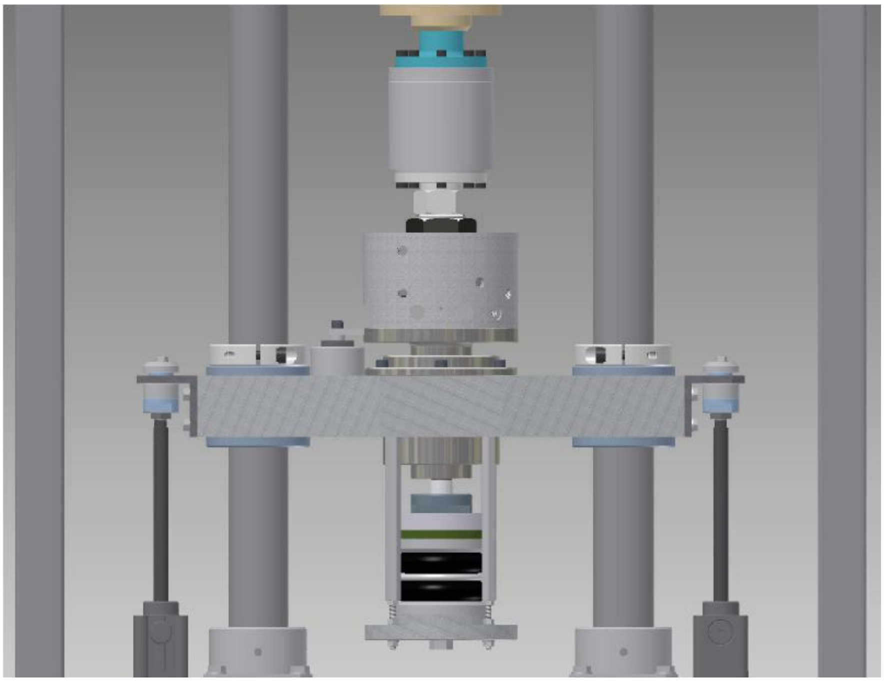
目前，我们正在组装一款改进版燃油润滑性试验机。该试验机可进行更高加载和更长冲程的试验，比 ASTM 柴油机润滑性测试标准中规定的要高很多。同时，该版本试验机实现滑动线性接触，而不是较不敏感的滑动点接触。

设备规格：

－载荷：2-20N

－冲程：1-5mm
－温度：室温－100C
－频率：5-50Hz（取决于冲程）

TE95 低温推力垫圈摩擦试验机



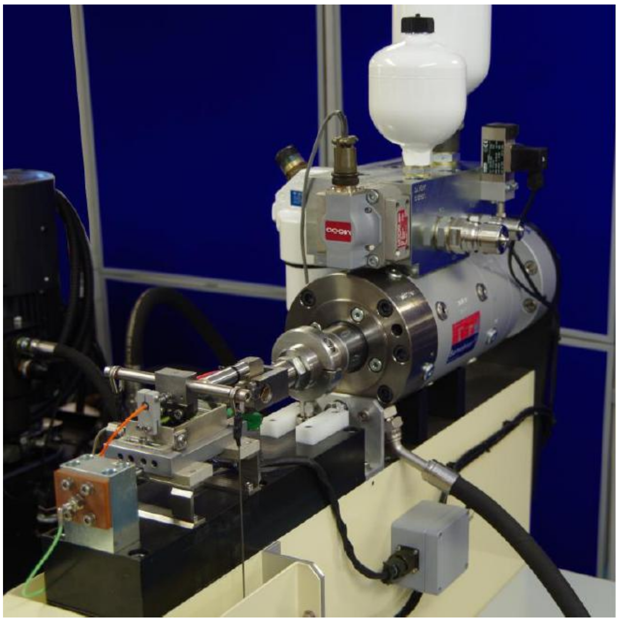
现有的 TE77 高频往复摩擦试验机可实现低温试验，样品控制温度可达-50C。因此，我们目前正在将该功能应用到旋转型摩擦试验机上。不过比起往复式试验机实现低温功能，在旋转型摩擦试验机实现低温功能要复杂的多。如果将常规的扭矩传感器安装在下试样，则无法防止制冷剂低温组件对加载和摩擦力扭矩测量的干扰。目前唯一的解决方案是将摩擦力扭矩和加载测量移到上部的旋转试样上。

在这种新设计中，上部旋转试样安装在一个旋转的双轴传感器上，轴向力测量范围为 1KN，扭矩测量范围为 10Nm。传感器可用于测量任何轴对称试样，如推力垫圈，三销对盘，滑动和滚动四球等。

此外，还配有 1KN-10Nm 的传感器，或者根据需要提供 10kN-50Nm 的高量程传感器。

已完成的工作

DN44 干摩擦 / 湿润滑往复滑动 / 微动摩擦试验机



我们更新了 DN44 的设计，结合了一个新的静液压轴承伺服液压执行器，并用伺服控制加载替换了之前的手动加载系统。

近期发表文章

现有客户使用 TE47 的两篇新的发表文章如下：

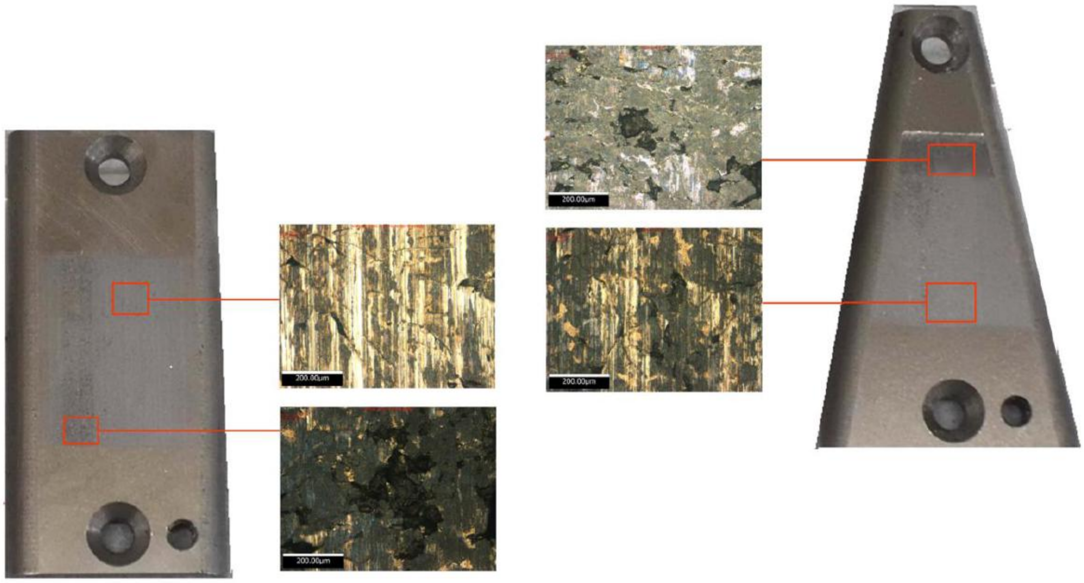
1. Development of a test method for a realistic, single parameter-dependent analysis of piston ring versus cylinder liner contacts with a rotational tribometer
J Biberger, HJ Füßer - Tribology International, 2017

2. Near-surface and depth-dependent residual stress evolution in a piston ring hard chrome coating induced by sliding wear and friction
J Biberger, HJ Füßer, M Klaus, C Genzel - Wear, 2017

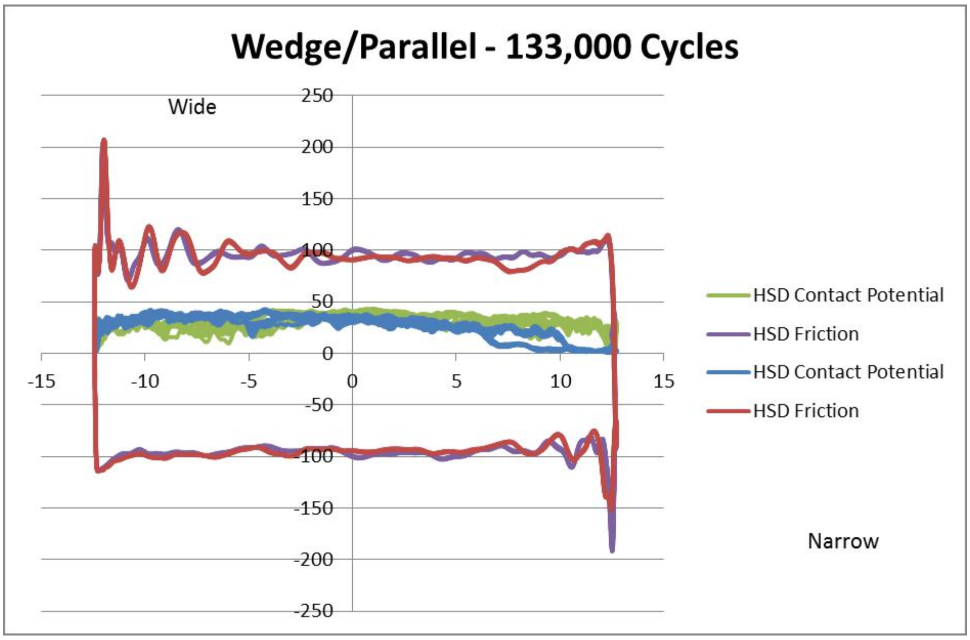
TE 77 高频往复摩擦试验机的近期研究成果

1. 平行四边形/楔形弯曲边缘试样

我们在今年的 STLE 2017 会议上发布了一些实验结果，其中一些实验是在平行四边形和锥形轮廓的弯曲边缘试样上进行的往复试验，尤其是锥形的试验件，其接触压力随行程位置的变化而改变。

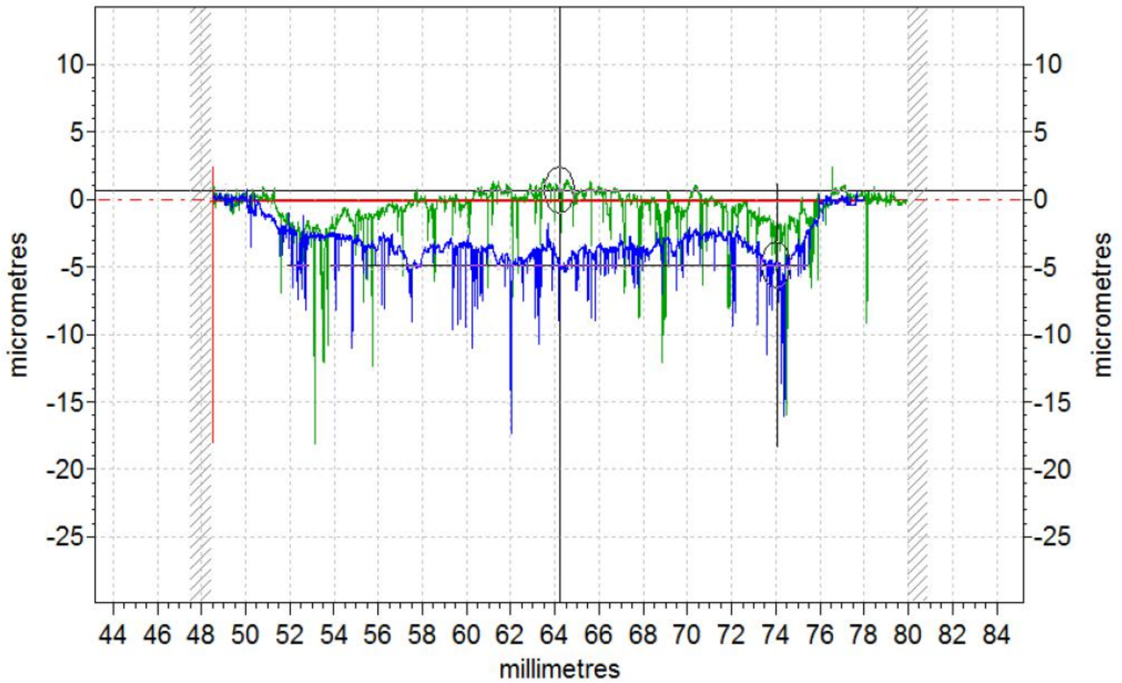


一个有趣的特征是这些实验成功地证明了摩擦和磨损之间缺乏关联性。此外，通过这些特殊试验还表明，摩擦力与表面接触区域无关，与接触宽度也无关。



绿 / 蓝：平行四边形－紫色 / 红色：楔形

轴向表面轮廓测量显示，使用平行四边形试样，在行程末端磨损最大，中间行程位置的磨损最小。 对于楔形试样，整体磨损较大，并且在楔形试样的较窄端部磨损最大。



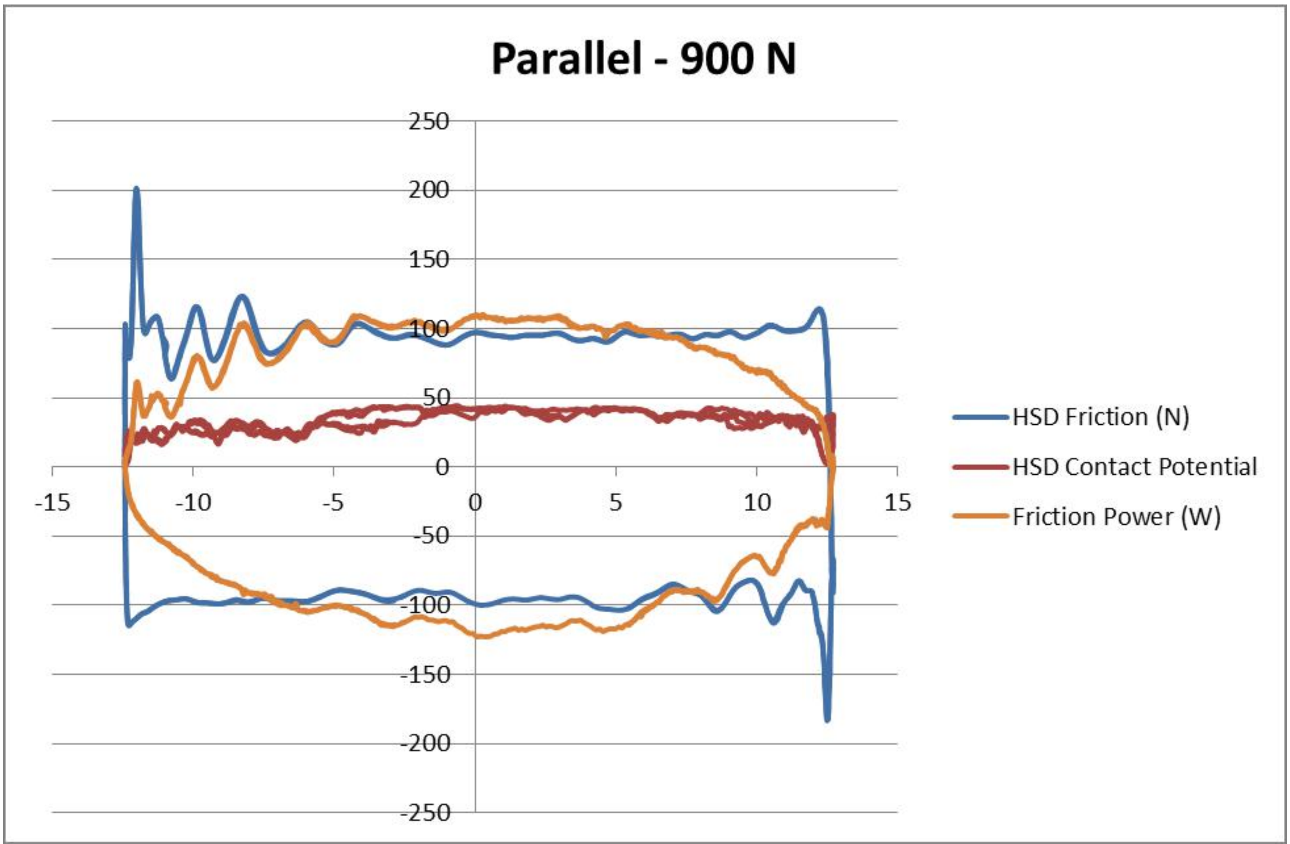
绿色：平行四边形－紫色：楔形

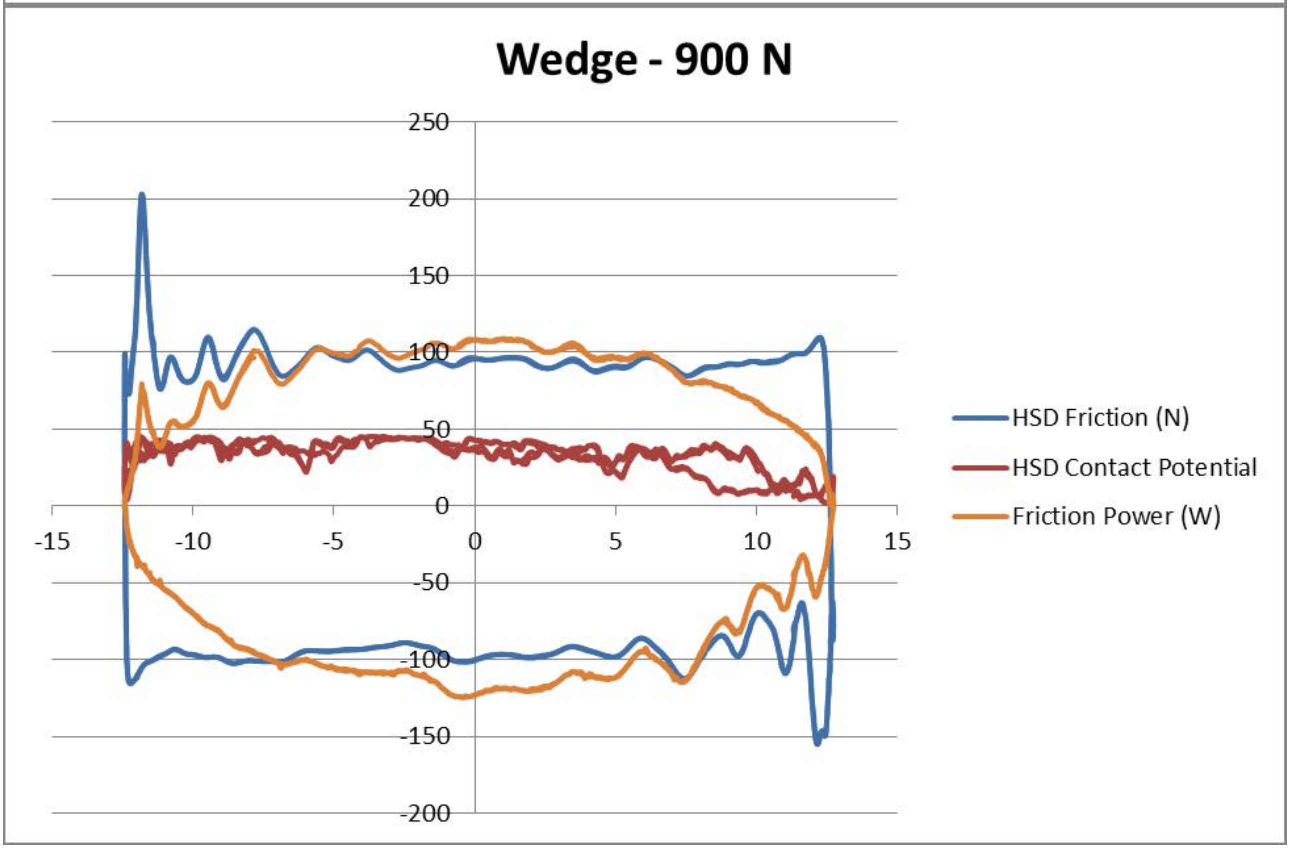
选用一个弯曲边缘楔形试样可进行：
－ 在试样的任一端产生不同的磨损状况，从单个测试运行中即可获取更多的信息
－ 在稳定加载和温度的条件下试验时，产生轻度和严重的粘合磨损。也就是说，不需要使用连续变载或升温。

2. 摩擦功率

瞬时摩擦功率可以通过瞬时摩擦力乘以相应的滑动速度来计算。为此，必须测量行程位移以计算瞬时速度。 因为位移数据是数字的，所以在划分相应的时间间隔之前必须对数据进行滑动平均值。

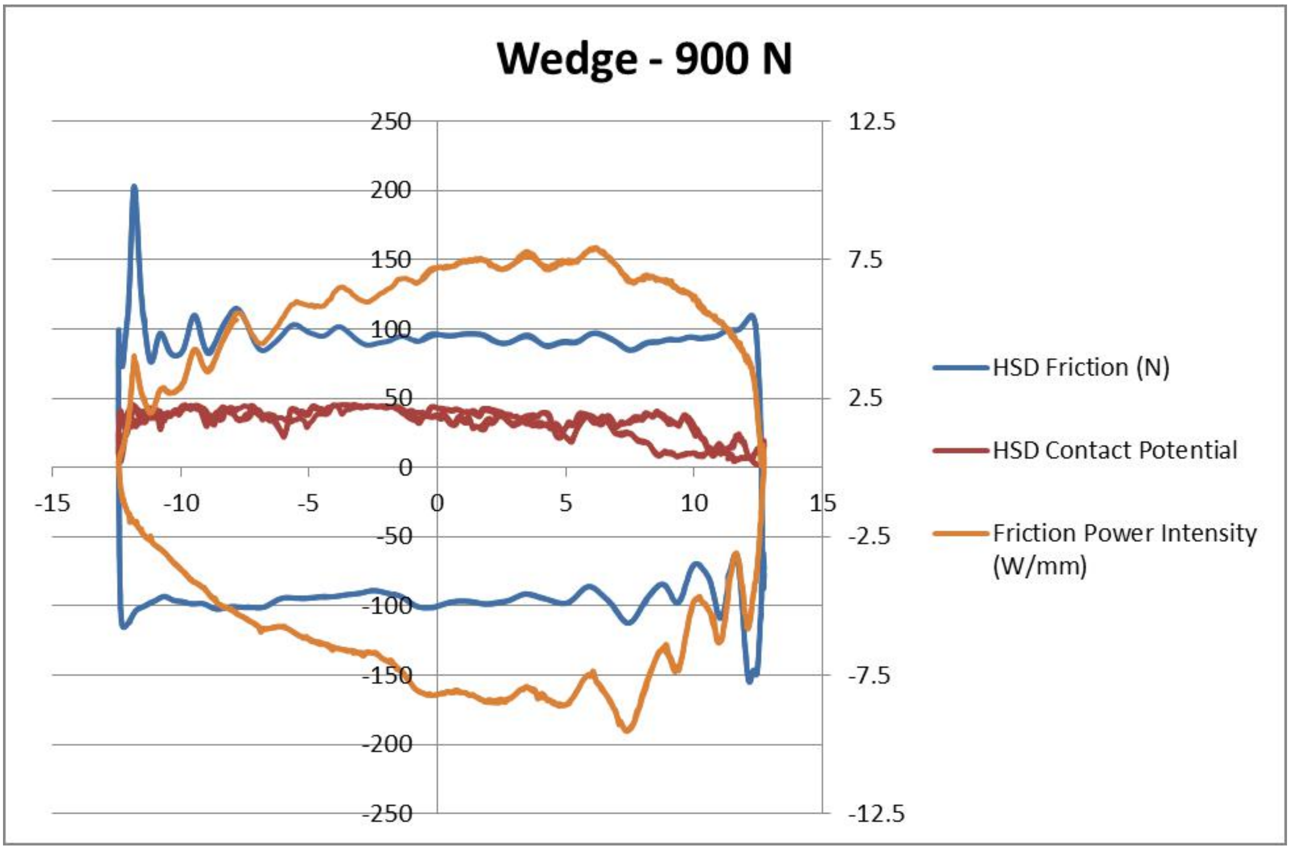
从平行四边形/楔形试样的系列往复实验中所得到的瞬时摩擦功率可说明以下观点：
－ 在行程开始时，摩擦功率随着速度的增加而增大，同时还会因局部摩擦力引起扰动。
－ 摩擦功率在往复行程的中间位置时达到最大峰值，同时速度也达最大。
－ 在行程结束时，由于速度的降低，再加上平稳的滑动，摩擦力随之平稳下降。





这也进一步解释了为什么润滑剂胶合不是在行程结束时产生，而是在行程开始时便已产生了。

使用楔形样品，可以通过将瞬时摩擦功率除以接触宽度来进行二次计算。 如果我们假设接触长度不变，只是宽度变化，那么我们可以得出等效瞬时摩擦功率强度。



所产生的单位宽度的摩擦功率自然地偏向于楔形试样的两个运动方向的窄端。

3. TE 77 近期发表文章

1. Tribological behaviour of an electrochemical jet machined textured Al-Si automotive cylinder liner material
JC Walker, TJ Kamps, JW Lam, J Mitchell-Smith… - Wear, 2017

2. Scuffing mechanisms of EN-GJS 400-15 spheroidal graphite cast iron against a 52100 bearing steel in a PAO lubricated reciprocating contact
TJ Kamps, JC Walker, RJ Wood, PM Lee, AG Plint - Wear, 2017

3. In-situ stylus profilometer for a high frequency reciprocating tribometer
TJA Kamps, J Walker, AG Plint - Surface Topography: Metrology and Properties, 2017

减震器试验

Dirk Drees 在 Falex Tribology NV 比利时公司为 TE 77 制造了一个适用于测试减震器的适配器。

其它新闻

Dr. Timothy Kamps，我们赞助的南安普顿大学 nCATs 研究所的学生已经递交了他的博士论文““Development of Detection Techniques for Investigating Scuffing Mechanisms of Automotive Diesel Cast Irons”。

剑桥大学 摩擦学课程 2018

第 26 期剑桥摩擦学课程将于 2018 年 9 月 11 号周一到 9 月 13 号周三.

George Plint and David Harris

Phoenix Tribology Ltd