

探究离子液体对石墨烯润滑油分散及润滑性的影响

王学斌 (青岛中科润美润滑材料技术有限公司, 山东 青岛 266000)

张 洁 (青岛华高墨烯科技股份有限公司, 山东 青岛 266000)

姜小鹏 (青岛西子环保研究院有限公司, 山东 青岛 266000)

摘要: 石墨烯具有良好的抗磨性能, 通过改变离子液体向其中添加的方式, 可有效改善石墨烯润滑油的性能。本文通过润滑性能测试、分散稳定性分析, 明确离子质量分数、超声条件、转速条件对石墨烯润滑油分散稳定性及润滑性的影响, 以期减少摩擦副之间的相互接触, 希望为相关研究者科学参考与借鉴。

关键词: 离子液体; 石墨烯润滑油; 分散稳定性; 润滑性

离子液体是一种应用效果较为显著的改性剂, 将其加入到蜂窝状结构的石墨烯中, 能够有效增强石墨烯片之间的呼吸作用, 进而使得各片层间的距离增加, 在很大程度上避免石墨烯发生团聚。因此, 探究离子液体对石墨烯润滑油分散及润滑性的影响, 对增强石墨烯的优异性能具有十分重要的现实意义。

1 实验部分

1.1 材料的准备

实验材料: 实验用 1-辛基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐、石墨烯、高粘度润滑油。材料的选用需要严格按照实验标准与要求, 以此保证实验结果的准确性。

实验仪器: 超声波细胞破碎仪、多功能摩擦磨损试验机、扫描电镜、超景深显微镜、纳米粒度分析仪。

1.2 离子液体石墨烯润滑油的制备

离子液体石墨烯润滑油的制备流程如下: 一是, 将一定质量的离子液体加入到 0.01g 的石墨烯中, 并向其中加入 100g 的润滑油, 为保证各物质能够充分融合, 需要使用超声波细胞破碎仪, 以此将润滑油、石墨烯、离子液体分散开来。二是, 为进一步探究离子液体对石墨烯润滑油分散及润滑性的影响, 改变离子液体的质量分数、超声功率、超声时间, 从而制备出不同的离子液体石墨烯润滑油, 然后结合改变的实验条件, 深入探究质量分数、超声功率、超声时间对离子液体石墨烯润滑油分散稳定性以及润滑性的影响。

1.3 润滑性能测试

利用多功能摩擦磨损试验机进行离子液体石墨烯润滑油的润滑性能测试, 选择试验机接触模式中的旋转模块, 然后将一定型号的钢作为摩擦副。润滑性能测试流程为: 在销夹头中固定实验所用的样品球, 然后通过定位销对多功能摩擦磨损试验机内部的样品圆盘进行固定处理, 以此保证实验正常进行。与此同时, 设置实验所用的载荷参数为 40N, 将转速设定为 1500r/min, 旋转时间设定为 10min, 然后对实验中样品圆盘上的样品球状态进行观察, 实验球-盘试样在旋转转动轴作用下产生相对滑动, 并将此时的摩擦因数进行仔细记录, 以此保证实验数据的真实性。在完成润滑性能测试之后, 使用扫描电镜以及超景深显微镜观察钢球圆盘表面的磨痕宽度, 并进行仔细记录。

1.4 分散稳定性分析

利用纳米粒度分析仪表征不同离子液体质量分数、超

声功率、超声时间的离子液体石墨烯润滑油的分散性, 主要是将实验的折光系数设定到 1.5, 然后将得到的各样片参数使用 Huckel 模型进行表示, 保持其他实验参数与默认值相等, 此时利用相应的实验仪器观察不同实验时间段内离子液体石墨烯润滑油的沉淀情况, 进而使用实验仪器表征不同条件下离子液体石墨烯润滑油的稳定性, 以此完成石墨烯润滑油的分散稳定性分析, 为接下来实验结果的分析奠定坚实基础。

2 结果与讨论

2.1 离子液体质量分数石墨烯润滑油性能的影响

2.1.1 分散稳定性

离子液体石墨烯润滑油表面带有的电荷状态与 Zeta 电位有着十分密切的联系, 一般情况下, Zeta 电位越高, 证明实验样品的稳定性越好。因此, 不同离子液体质量分数的石墨烯润滑油会呈现出不同的状态, 此时 Zeta 电位取绝对值。实验证明, 不加离子液体的石墨烯润滑油的 Zeta 电位绝对值最低; 随着加入离子液体质量分数的变化, Zeta 电位绝对值有着明显变化, 表示离子液体能够有效提高石墨烯润滑油的分散性。Zeta 电位增加这种实验现象的产生, 主要是因为离子液体各键间与阳离子的作用有关, 能够借助离子间的静电斥力而出现分散体, 但是离子液体的质量分数超过一定值之后, 分散效果就会显著下降, 这与润滑油的性质与成分有关, 过量的离子液体就会将三者间的平衡打破, 从而石墨烯润滑油呈现分散性。通过实验可知, 石墨烯润滑油在不加离子液体时, 会在 5 天后呈现完全沉淀, 而加入离子液体之后, 会在 30 天后呈现完全沉淀, 证明离子液体能够有效改善石墨烯润滑油的稳定性。

2.1.2 润滑性能

实验表明, 当离子液体作为改善石墨烯润滑油性能的纯润滑剂的时候, 其摩擦因数相对较低, 当加入质量分数为 0.01% 的离子液体之后, 石墨烯润滑油摩擦因数会有所下降, 与加入纯润滑剂的离子液体相比, 摩擦因数约下降了 9.7%, 所以石墨烯润滑油摩擦因数会随着离子液体的加入而呈现显著下降的趋势。若加入质量分数较多的离子液体, 如加入质量分数为 0.0035% 的离子液体石墨烯润滑油摩擦因数与离子液体作为纯润滑剂的摩擦因数, 下降约有 30.3%。产生这种实验结果的原因在于, 不同质量分数的离子液体能够有效吸附在石墨烯的表面, 并且能够与石墨烯发生协同作用, 在这种作用助力的情况下, 石墨烯润滑

油会成为润滑性能相对良好的润滑膜。值得注意的是,离子液体质量分数不宜过大,避免产生不良的实验效果。

2.2 超声条件对离子液体石墨烯润滑油性能的影响

2.2.1 分散稳定性

离子液体石墨烯润滑油在不同超声条件下的 Zeta 电位绝对值会存在很大的差别,会随着超声频率与时间的增加而增大。实验表明,超声功率越大,超声时间越长,离子液体对石墨烯润滑油的分散稳定性影响就越大。产生这种现象的主要原因在于,石墨烯润滑油受到功率与时间的影响,为研磨阶段提供的剪切力也相对较大,使得石墨烯片层间的作用相抵,从而石墨烯片层间会发生相对滑移。此外,超声时间以及频率产生的空化效应会不断增加石墨烯分子间的距离,为离子液体进入石墨烯片层提供一定的有利条件,从而实现石墨烯范德华力的下降,出现较为良好的分散效果。若超声时间过长,反而会增加石墨烯的比表面积,从而产生团聚效应,原有良好的分散效果也逐渐消失,不利于增加石墨烯润滑油的分散性。超声时间与频率对石墨烯润滑油稳定性的影响,主要是随时间的上升而逐渐下降,主要原因在于大能量的超声会增大石墨烯片层间的能力,使得石墨烯会从润滑油中剥离出来,进而达到改善石墨烯润滑油分散性的效果。若超声时间与频率过高,石墨烯分子间的能量会远大于石墨烯与润滑油间的能量,进而重新出现团聚效应,不利于改善石墨烯润滑油的分散性。

2.2.2 润滑性能

当离子液体质量分数为一定值时,随着超声条件的变

化,石墨烯润滑油润滑性会发生相应的变化。随着超声功率的增加,石墨烯润滑油润滑性会出现下降的趋势。产生这种现象的主要原因在于,不断增加的超声功率会将石墨烯分子分散开来,使得润滑油中的石墨烯能够形成相对均匀的润滑膜,进而达到摩擦因数降低的效果。实验结果表明,当超声时间为 20min 时,石墨烯润滑油的摩擦因数处于最低值,主要是因为,较短的超声时间并不会影响石墨烯分子间作用力的变化,所以能够让石墨烯始终保持自然较为良好的润滑性。20min 作为实验的临界点,一旦超过 20min,石墨烯润滑油的润滑性与 20min 之前,石墨烯呈现较为良好的分散性。经过实验证明,超声时间为 60min、超声功率为 600W 时,离子液体石墨烯润滑油的分散性与润滑性均能保持较好的效果。因此,探究超声条件对石墨烯润滑油润滑性的影响,不仅解决了离子液体成本高的问题,还充分发挥出了石墨烯的优异性能。

3 结论

综上所述,通过实验结果分析可得,离子液体会随着自身质量分数的增加,对石墨烯性能的影响效果随之下降;在超声功率不断增加的情况下,石墨烯的摩擦因数会随之下降。因此,石墨烯片层间的性能与离子液体以及加入条件有着密切联系,进而能够实现改善摩擦、减少磨损,对提高石墨烯分散稳定性与润滑性具有较为重要的意义。

参考文献:

- [1] 张丽秀,赵越,魏晓奕,等.离子液体对石墨烯润滑油分散及润滑性能的影响[J].润滑与密封,2020,45(10):28-35.

(上接第 238 页)对煤矿井下瓦斯浓度、含量进行准确检测。热效式传感器主要由含有可燃性敏感材料的线圈、检测电极两部分组成,二氧化锡是热效式传感器的常用可燃性敏感材料,功效较低、响应速度较快、稳定性较好,且使用寿命较长,瓦斯检测准确性也比较好,且成本也比较低。

2.2.2 针对瓦斯局部集聚加强通风

煤矿矿井中,若是出现瓦斯局部集聚的情况,则可能引起瓦斯爆炸。因此,瓦斯局部集聚现象一旦出现,便要采取加强通风的方式,来解决这一问题。第一,可应用机械设备进行通风,通过适当提高风速,来解决瓦斯聚集现象;第二,可应用瓦斯密封处理技术,通过进行堵漏,并采取风压向导法,来有效处理瓦斯聚集现象;第三,做好巷道顶板处理,减少瓦斯的产生,应用导风筒、通风板等来对巷道中的瓦斯进行稀释,降低巷道中的瓦斯浓度、含量,预防瓦斯爆炸。

2.2.3 采取科学有效的瓦斯排放方法

煤矿井下作业过程中,为预防瓦斯爆炸,可采取科学、有效的瓦斯排放方法,来对瓦斯进行排放。第一,可采取增阻限风法。将局部通风机的风阻提高,通过对局部通风机的风量进行控制,来实现对瓦斯的有效排放。在阻挡通风机入风口的时候可使用模板,或者用绳子在风机的出风侧进行捆绑,从而提高风阻。第二,可采取分风限风法。

采取分风限风法,使风流分岔,其中一股风流经风筒进入独立巷道,并排放其中的瓦斯;另一股风流与全风压风流相连,并稀释巷道中的瓦斯。将风机出风侧设置为三桶,通过对两个阀门的开启程度进行调节,来对进入独立巷道的风量进行合理控制。同时在风机出风口位置断开风筒,并调整对口位置,以对其风量进行有效控制。第三,可采取逐段排放法,在独头巷道内部将风筒断开,将内部积存的瓦斯由外向内地逐段排放出去。

3 结语

综上,为确保煤矿矿井通风效果,应建立有效的通风系统,重点是对通风设备进行合理选择、对通风模式进行科学设置、做好管理与维护。瓦斯爆炸是威胁煤矿生产安全的主要问题,为预防瓦斯爆炸事故的发生,应建立瓦斯监控系统、针对瓦斯局部集聚加强通风、采取科学有效的瓦斯排放方法。

参考文献:

- [1] 程龙.煤矿矿井通风安全管理及瓦斯防治技术研究[J].矿业装备,2021(01):84-85.
- [2] 乔楠楠.“一通三防”技术在煤矿安全工程中的应用探究[J].东西南北,2019(23):194.
- [3] 冯溪阳.石笼箱煤矿矿井通风与瓦斯灾害防治方案[J].现代矿业,2018,34(12):223-225.