

Prospects for improved performance graphite lubricant due to mechanoactivation in planetary mills

Pershin V.¹, Al-Saadi D.², Salimov B.³ (Russian Federation, Republic of Kazakhstan)

Перспективы улучшения эксплуатационных характеристик графитных смазок за счет механоактивации в планетарных мельницах

Першин В. Ф.¹, Аль-Саади Д. А. Ю.², Салимов Б. Н.³ (Российская Федерация, Республика Казахстан)

¹Першин Владимир Федорович / Pershin Vladimir – доктор технических наук, профессор, кафедра технической механики и деталей машин,

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация;

²Аль-Саади Дар Али Юсуф /Al-Saadi Dar – аспирант,

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация;

³Салимов Бакытжан Нуржанович / Salimov Bakijan – кандидат технических наук, старший преподаватель, Западно-казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Республика Казахстан

Аннотация: в статье анализируются перспективы механоактивации графитовой смазки в планетарной мельнице. Предварительные результаты показали, что характеристики смазки стали лучше. В частности в 1,5-2 раза уменьшился коэффициент трения. Возможно, это произошло потому, что образовался графен.

Abstract: the article analyzes the prospects mechanoactivation graphite lubricant in a planetary mill. Preliminary results showed that the lubricant characteristics become better. In particular 1,5-2 fold decreased coefficient of friction. Maybe it was because the graphene formed.

Ключевые слова: коэффициент трения, механоактивация, графен.

Keywords: coefficient of friction, mechanoactivation, grapheme.

Актуальность проблемы повышения надёжности и долговечности различных машин и механизмов, а также уменьшения трения с течением времени не только не снижается, а наоборот неуклонно возрастает. На работы по восстановлению изношенных деталей, снижению интенсивности изнашивания различного вида оборудования ежегодно расходуется до 4...5% национального дохода [1]. На преодоление сил трения и изнашивания затрачивается более одной трети энергии, вырабатываемой на Земле [2].

Трение рассматривается как сила сопротивления относительно движению соприкасающихся тел при трогании с места, скольжении или качении. Наиболее очевидное решение проблемы — это использование лубрикантов, то есть технических смазок. Чаще всего в состав пластичных смазок входят графит и дисульфид молибдена. Основной недостаток этих материалов заключается в том, что для того чтобы выдержать 1000 циклов трения, требуется не менее 1000 одноатомных слоев каждого из материалов. В тоже время, двумерный монослой атомов углерода — графен, уложенный в три-четыре слоя, может выдержать порядка 50000 циклов трения. Таким образом, наличие в смазках графеновых нанопластинок (ГНП) создает значительный прирост в надёжности механизмов с парами трения и повышает коэффициент их полезного действия. Наиболее часто различные формы ГНП получают путем эксфолиации (расщепления) кристаллического, обычно природного графита, интеркалированного графита или расширенного графита. В большинстве случаев эксфолиацию проводят под действием ультразвука в водном растворе поверхностно-активных веществ. Данный способ, на наш взгляд имеет три основных недостатка: малые концентрации графита в обрабатываемой среде (менее 1%); низкий коэффициент полезного действия; длительное время обработки. Кроме этого, перед обработкой ультразвуком проводят интеркалирование графита, например, персульфатом аммония в серной кислоте. Использование данного материала для приготовления смазки, на наш взгляд, может быть связано с проблемой полного удаления остатков кислоты.

Первым аналогом механической эксфолиации можно считать отслоение графенового слоя от кристалла графита с помощью липкой ленты. На наш взгляд, механическую эксфолиацию можно реализовать сдвигом слоев относительно друг друга. Результаты модельных опытов по расслоению многослойных материалов показали, что при расслоении сдвигом энергетические затраты соизмеримы и расслоением за счет отслоения липкой лентой. В тоже время, расслоение сдвигом можно организовать в промышленных масштабах поскольку данный вид измельчения слоистых структур давно и успешно используется в различных конструкциях измельчителей и мельниц. Можно предположить, что именно таким образом образуются ГНП в планетарных мельницах [3].

Механоактивацию графитной смазки осуществляли на лабораторной планетарной мельнице с независимыми приводами вращения водила (переносное движение относительно центральной оси) и помольных барабанов (относительное движение) [4]. Диаметр помольных барабанов 120мм, скорость

вращения водила от 100 до 1100 об/мин, а скорость вращения помольных барабанов относительно собственных осей от 10 до 400 об/мин. В помольные барабаны загружали мелящие шары (50-100г) и графитную смазку (5-25г), закрывали барабаны, включали приводы вращения на 10-120 минут. Соотношения угловых скоростей вращения помольных барабанов относительно центральной оси и собственных осей барабанов выбирали такими, чтобы мелящие шары и смазка двигались в циркуляционном режиме [5], при котором шары сдвигаются относительно друг друга и относительно внутренней поверхности барабанов. После обработки выгружали шары и смазку, отделяли смазку от шаров и определяли структуру и свойства полученной смазки согласно ГОСТ 3333—80. Кроме этого, на универсальной машине трения определяли коэффициенты трения скольжения пар трения при использовании стандартной графитовой смазки и механоактивированной.

Сравнение результатов показали, что механоактивированная смазка полностью соответствует требованиям ГОСТ 3333-80, но при ее использовании коэффициент трения скольжения снижается в 1,5-2 раза. Вполне возможно, что это является результатом образования графеновых структур, поэтому следует необходимо провести детальный анализ механоактивированной смазки включая получение спектров комбинационного рассеяния и снимков образцов в сканирующем электронном микроскопе.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №15-38-50829 мол_нр

Литература

1. *Усачев В.В.* Исследование влияния функциональных добавок к смазочным композициям на работоспособность трибосопряжений.: Автореф...дисс...канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2009. 22с.
2. *Даровской Г. В.* Совершенствование методики определения коэффициентов трения антифрикционных пар на машинах трения типа «АМСЛЕР».: Автореф...дисс...канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 2012. 20с.
3. *Nandhini R., Mini P.A., Avinash B. [et al.] / Supercapacitor electrodes using nanoscale activated carbon from graphite by ball milling // Materials Letters. 2012. Vol. 87. P. 165-168.*
4. Пат. РФ № 83433. Планетарная мельница /Першин В.Ф., Першина С.В., Артемов В.Н., Ткачев А.Г., Ткачев А.М. // 2009. Бюл. № 16.
5. *Першин В.Ф.* Переработка сыпучих материалов в машинах барабанного типа / В.Ф. Першин, С.В. Першина, В.Г. Однолько // М.: Машиностроение, 2009. – 220 с.