

УДК 681.7.023.72

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ МЕЖДУ ЗАГОТОВКОЙ И ИНСТРУМЕНТОМ ПРИ ДВУСТОРОННЕЙ ОБРАБОТКЕ ЛИНЗ

Филонова М.И.¹ Козерук А.С.¹, Мальпика Л.Д.^{1,2}

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

²Университет Якамбу, Баркисимето, Венесуэла

В результате выполнения математического моделирования рабочей зоны станка для одновременной двусторонней абразивной обработки линз в условиях свободного притирания [1] представляется возможным определить критерии эффективного формообразования высокоточных оптических деталей, обеспечивающих наилучшие качественные и количественные показатели процесса. Особенностью математического моделирования рабочей зоны технологического оборудования для абразивной обработки оптических деталей, в том числе линз, является то, что эта обработка происходит по методу свободного притирания, при реализации которого припуск с заготовки снимается за счет ее проскальзывания относительно инструмента, или наоборот. В рассматриваемом математическом моделировании такое проскальзывание характеризуется скоростью скольжения (или путями трения) обрабатываемой поверхности относительно обрабатывающей. Данная скорость является результирующей сложного движения инструмента относительно заготовки, включающего в себя разные по величине скорости их вращения вокруг собственной оси симметрии и переносного (возвратно-вращательного) движения одной из притирающихся поверхностей. Поэтому задачей математического моделирования обработки по методу свободного притирания является получение аналитического выражения для результирующей линейной скорости скольжения в произвольно выбранной точке на поверхности детали с последующим определением этих скоростей в точках ее диаметрального сечения.

При абразивной обработке выпуклых поверхностей линз по классической технологии заготовку детали закрепляют на шпиндель станка, а инструмент в виде чашки устанавливают на вращающуюся линзу и сообщают ему колебательное движение. Если же необходимо обработать вогнутую поверхность линзы, на шпиндель станка помещают инструмент в виде гриба, по поверхности которого перемещается заготовка. В обоих случаях соединение выходного звена исполнительного механизма станка как с обрабатываемым, так и с наклепным инструментами осуществляется с помощью поводка, шаровой наконечник которого входит в сферическое гнездо хвостовика упомянутых инструментов.

В предлагаемой технологии одновременной двусторонней обработки колебательное движение совершают только обрабатывающие инструменты, причем выпуклый из них соединен с по-

водком жестко и совершает возвратно-вращательное (колебательное) движение вокруг центра обрабатываемой сферической поверхности, а шарнирное соединение последнего с выходным звеном исполнительного механизма технологического оборудования реализуется посредством сопряжения шарового наконечника поводка с сферическим гнездом в выходном звене. При этом во избежание раскрытия стыка (локального нарушение контакта между притирающимися поверхностями инструмента и заготовки) длина поводка должна быть не менее определенного значения, для установления которого обратимся к рис. 1.

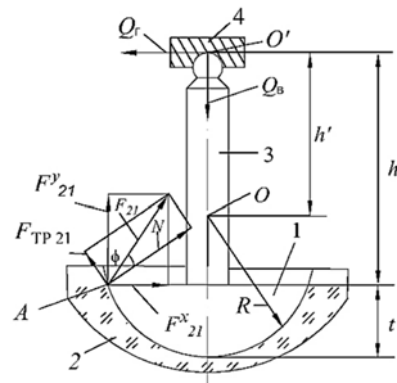


Рисунок 1 – Схема действия сил при обработке вогнутых поверхностей линз малого радиуса кривизны в случае расположения инструмента сверху

На этом рисунке приведена схема действия сил в крайней точке диаметрального сечения инструмента 1, контактирующего с сферической поверхностью радиусом R линзы 2. Рассматривается момент, когда к поводку 3 приложена сила Q_b , создающая необходимое давление в зоне контакта притирающихся поверхностей, и сила Q_r , перемещающая инструмент в данном случае влево. В результате действия этих сил в максимально удаленной от оси симметрии инструмента точке A контакта инструмента с заготовкой возникают силы реакции $F_{21}^y = |Q_b|$ и $F_{21}^x = |Q_r|$, равнодействующая которых $F_{21} = \sqrt{(F_{21}^x)^2 + (F_{21}^y)^2}$

может быть разложена на силу трения $F_{тр21}$ и нормальную силу N , причем $N = F_{21} \cdot \cos \varphi$, где $\varphi = \arctg f$ – угол трения, f – коэффициент трения. Наличие силы N приводит к появлению момента трения $M_{тр} = fNR$, который для движения инструмента по обрабатываемой поверхности без раскрытия стыка должен быть меньше

момента движения $M_{дв} = Q_r \cdot h'$ где h' – расстояние от центра O обрабатываемой сферической поверхности детали до точки O' контакта шарового наконечника поводка 3 с сферическим гнездом в выходном звене исполнительного механизма станка 4. Кроме того, момент движения должен преодолевать также момент от вертикальной силы Q_B $M_B = Q_B \cdot d / 2$, где d – диаметр вогнутой поверхности линзы. Следовательно, $M_{дв} > M_{тр} + M_B$, т. е. $Q_r h' > fNR + 0,5Q_B \cdot d$.

Отсюда

$$h' = \frac{fNR + 0,5 Q_B d}{Q} \quad (1)$$

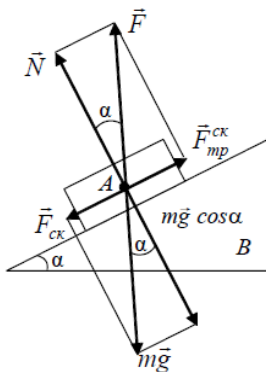


Рисунок 2 – К определению коэффициента трения стекла по металлу по методу «наклонной плоскости»

Коэффициент трения f , входящий в выражение (1), определяли для случаев шлифования суспензиями микропорошков М40, М28, М10 на чугунных шлифовальных и полирования суспензией полирита (окись церия) на смоляном и пенополиуретановом полировальных. При этом использовали метод «наклонной плоскости», согласно которому заготовку из оптического стекла К8 размером 60×10 мм первоначально притирали к инструменту (шлифовальнику или полировальнику) соответствующей абразивной суспензией и, наклоняя инструмент

с заготовкой, определяли угол α в тот момент, когда заготовка начинала скользить по поверхности инструмента. В этот момент, $\vec{F}_{тр} = \vec{F}_{ск} = \vec{F}_{тр21}$ где $\vec{F}_{ск}$ – скатывающая сила.

Согласно рис. 2 $\vec{F}_{ск} = mg \sin \varphi$, $\vec{N} = mg \cos \varphi$.

Тогда

$$f = \frac{\vec{F}_{тр}}{\vec{N}} = \tan \varphi \quad (2)$$

где m – масса заготовки.

Расчитанные по формуле (2) значения коэффициента трения f для вышеотмеченных случаев шлифования и полирования деталей из оптического стекла в условиях свободного притирания приведены в таблице.

Установленные значения коэффициентов трения на границе между стеклом и инструментом с нанесенной на его рабочую поверхность абразивной суспензией позволяют рассчитать длину поводка инструмента, при которой не происходит раскрытие стыка между притирающимися поверхностями и способствует таким образом повышению качества деталей за счет исключения на их исполнительной поверхности локальной погрешности в виде «сорванного края».

Таблица –Значения коэффициента трения

М4 0	М28	М10	Полиро- вальник смоляной	Полиро- вальник пенополи- уретано- вый
0,2 – 0,22	0,23 – 0,25	0,27 – 0,29	0,5 – 0,6	1,1 – 1,2

Литература

1. Математическое моделирование рабочей зоны технологического оборудования для двусторонней обработки линз / А.С. Козерук [и др.] // Наука и техника, 2018. – Т. 17, № 3. –С. 204–210.

УДК 628.974

АРХИТЕКТУРНАЯ СВЕТОДИОДНАЯ ПОДСВЕТКА ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕТОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Судникевич В.В.¹, Фёдорцев Р.В.²

¹ОАО «БелОМО – ЗАО «БЕЛИНТЕГРА», Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Светодиодные прожекторы имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с другими источниками света:

1. Отличаются высокой энергетической эффективностью. По сравнению со светильниками на основе ламп накаливания потребление электроэнергии сокращается примерно в 10 раз.

2. Наличие в светодиодах твердотельного источника света и отсутствие хрупких стеклянных

элементов конструкции обеспечивает устойчивость прожекторов к вибрациям и перепаду температур окружающей среды (обычно – 60...+55°С).

3. Отсутствие инерционного источника светового потока (вольфрамовой нити накала или газового наполнителя) и низкие рабочие токи позволяют светодиодным прожекторам выдерживать многократные циклы включения и отключения