

инструмента к угловой скорости линзы ω_n / ω_l и диаметр инструмента d_n [7].

В результате выполненных теоретико-экспериментальных исследований установлено, что для управления процессом одновременной двусторонней обработки на предлагаемом станке можно использовать одни и те же наладочные параметры технологического оборудования как для выпуклой, так и для вогнутой поверхностей, при этом эффективными наладочными параметрами, по сравнению с классическими приемами, могут быть отношение угловых скоростей инструмента и детали, а также изменение диаметра инструмента.

1. Preston E.W. // Journal of the Society Technology. – 1927. – N 11. – P. 214–256.
2. Филонов, И.П. Управление формообразованием прецизионных поверхностей деталей машин и приборов / И.П. Филонов, Ф.Ф. Климович, А.С. Козерук. – Минск: ДизайнПРО, 1995. – 208 с.
3. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1988. – 639 с.

УДК 681.7.023.72

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОТОЧНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Козерук А.С., Филонова М.И., Лаптева Е.О., Шлык В.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

При обработке линз на финишных операциях по классической технологии их поочередно закрепляют за рабочие поверхности на металлическое клеющее приспособление с помощью смолы. Из-за различных температурных коэффициентов линейного расширения металла, смолы и стекла происходит деформация линзы, что в конечном итоге приводит к возникновению погрешностей на ее обработанной поверхности. Во избежание этого явления предложен способ одновременной двусторонней обработки деталей данного типа [1], исключающей их крепление за исполнительные поверхности, и станок для реализации этого способа [2] (рис. 1, 2).

Такой станок состоит из двух секций, каждая из которых обеспечивает независимое и гибкое регулирование ее наладочных параметров в широких пределах при закреплении заготовки линзы за боковую нерабочую поверхность. Станок состоит из следующих основных элементов 1-4 - шарнирный четырехзвенник, 5 – штанга, 7 – верхний инструмент, 8 – линза, 9 – нижний инструмент.

Авторами установлена взаимосвязь закономерностей движения звеньев исполнительного механизма станка для одновременной двусто-

4. Козерук, А.С. Управление формообразованием прецизионных поверхностей деталей машин и приборов на основе математического моделирования: дис. ... д-ра техн. наук: 05.03.01, 05.02.08 / А.С. Козерук. – Минск, 1997. – 317 л.
5. Климович, Ф.Ф. Математическое моделирование процесса изнашивания сферических поверхностей / Ф.Ф. Климович, А.С. Козерук, И.П. Филонов // Оптический журнал. – 1997. – том 64, № 2. – С. 111–112.
6. Станок для одновременной двусторонней обработки линзы с пологими вогнутыми поверхностями: пат. 10724 Респ. Беларусь, МПК В 24В 13/00 / А.С. Козерук, В.Ф. Климович, А.А. Сухоцкий; заявитель Белор. нац. техн. ун-т. – № а20060117; заявл. 06.02.14; опубл. 10.30.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 3. – С. 170.
7. Козерук, А.С. Формообразование прецизионных поверхностей. Мн., 1997. – 176 с.

ронней обработки деталей [2] с качеством обработанной поверхности, что позволит управлять процессом формообразования.

В результате исследований движения верхнего инструмента станка были получены следующие результаты. Скорость v_C [3] центра C рабочей поверхности верхнего инструмента можно получить из выражения

$$\vec{v}_C = (\vec{\psi}_C + \vec{\theta}_C) \times \vec{l}_{AC}, \quad (1)$$

где

$$\vec{\psi}_C = (0 \quad 0 \quad \dot{\psi}_C)^T,$$

$$\vec{\theta}_C = (\dot{\theta}_C \sin \psi_C \quad \dot{\theta}_C \cos \psi_C \quad 0)^T,$$

$$\vec{l}_{AC} = (l_{AC} \cos \theta_C \cos \psi_C \quad l_{AC} \cos \theta_C \sin \psi_C \quad l_{AC} \sin \theta_C)^T.$$

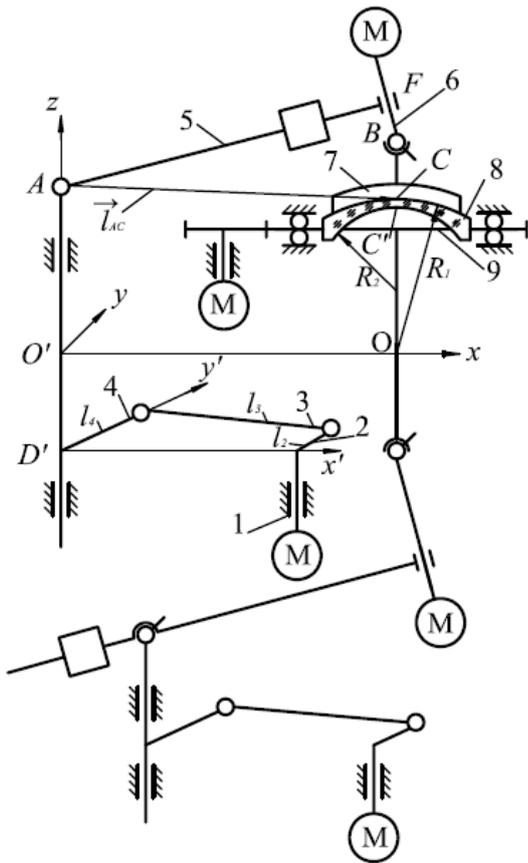


Рисунок 1 – Кинематическая схема станка для одновременной двусторонней обработки линз

Вектор $\vec{\psi}_C + \vec{\theta}_C$ имеет следующие проекции на оси системы координат $O'xyz$: $\dot{\theta}_C \sin \psi_C$, $\dot{\theta}_C \cos \psi_C$, $\dot{\psi}_C$. Учитывая равенство (1), вектор \vec{v}_C запишем в виде линейной комбинации ортов

$$\vec{v}_C = \begin{vmatrix} \vec{i} \\ \dot{\theta}_C \sin \psi_C \\ l_{AC} \cos \theta_C \cos \psi_C \\ \vec{j} & \vec{k} \\ -\dot{\theta}_C \cos \psi_C & \dot{\psi}_C \\ l_{AC} \cos \theta_C \sin \psi_C & l_{AC} \sin \theta_C \end{vmatrix} =$$

$$= (-\dot{\theta}_C l_{AC} \cos \psi_C \sin \theta_C - l_{AC} \dot{\psi}_C \cos \theta_C \sin \psi_C) \vec{i} - (\dot{\theta}_C l_{AC} \sin \psi_C \sin \theta_C - l_{AC} \dot{\psi}_C \cos \theta_C \cos \psi_C) \vec{j} + (\dot{\theta}_C l_{AC} \sin^2 \psi_C \cos \theta_C + l_{AC} \dot{\theta}_C \cos^2 \psi_C \cos \theta_C) \vec{k}$$

и введем обозначения

$$v_x = -\dot{\theta}_C l_{AC} \cos \psi_C \sin \theta_C - l_{AC} \dot{\psi}_C \cos \theta_C \sin \psi_C,$$

$$v_y = -\dot{\theta}_C l_{AC} \sin \psi_C \sin \theta_C + l_{AC} \dot{\psi}_C \cos \theta_C \cos \psi_C,$$

$$v_z = \dot{\theta}_C l_{AC} \sin^2 \psi_C \cos \theta_C +$$

$$+ l_{AC} \dot{\theta}_C \cos^2 \psi_C \cos \theta_C. \quad (2)$$

Тогда $\vec{v}_C = (v_x \quad v_y \quad v_z)^T$ и

$$v_C = |\vec{v}_C| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}.$$

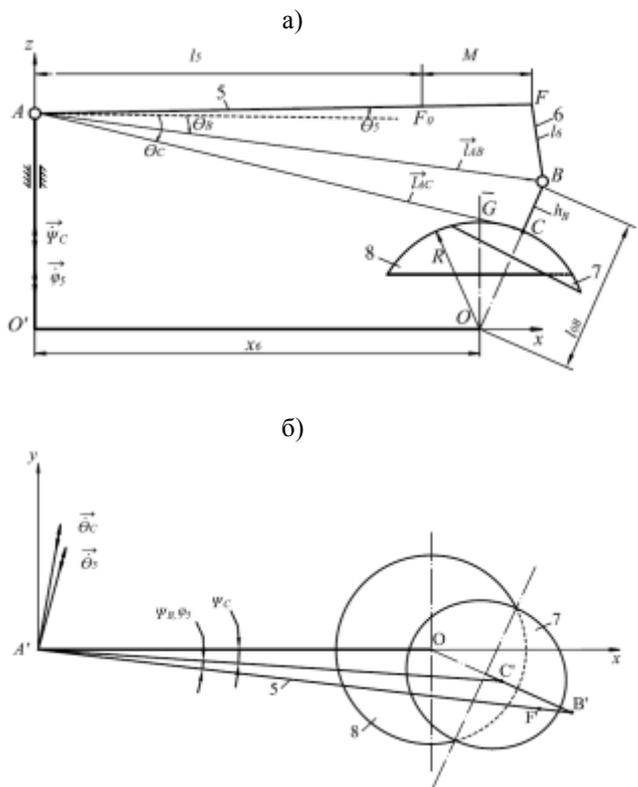


Рисунок 2 – Рабочая зона станка: а) вид сбоку, б) вид сверху

Проделав аналогичные операции, можно получить выражения для составляющих скорости v_C центра C' рабочей поверхности нижнего инструмента 9 [3].

Выполненное математическое моделирование геометрических и кинематических связей технологического оборудования для одновременной двусторонней обработки линз позволяет разработать методику расчета законов возвратно-вращательных движений инструментов в виде определенного алгоритма.

1. Способ одновременной двусторонней обработки деталей со сферическими поверхностями: пат. 7911 Респ. Беларусь, МПК В 24В

- 13/00/ А.С. Козерук, И.П. Филонов; заявитель БНТУ - № а 20030242; заявл. 2003.03.18; опубл. 2006.04.30// Офиц. бюл. / Нац. центр интел. собственности. – 2006. – №2. – С. 158.
2. Станок для одновременной двусторонней обработки линз с кривыми вогнутыми поверхностями: пат. 10726 Респ. Беларусь, МПК В 24В 13/00/ А.С. Козерук, И.П. Филонов, А.А. Сухоцкий, В.Ф. Климович, Е.С. Таболина; заявитель БНТУ - № а 20060589; заявл. 2006.06.14; опубл. 2008.06.30// Офиц. бюл. / Нац. центр интел. собственности. – 2008. – №3. – С. 76.
3. И.П. Филонов, Ф.Ф. Климович, А.С. Козерук. Управление формообразованием прецизионных поверхностей деталей машин и приборов. Мн., ДизайнПРО, 1995. – 208 с.

УДК 629.7

ИЗДЕЛИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Колаша С.С.¹, Фёдорцев Р.В.²

¹ ОАО «Пеленг», г. Минск, Республика Беларусь,

² Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

В современной аэрокосмической технике широко используются различные полимерные композиционные материалы (ПКМ). В частности, при разработке и создании средств космического базирования целесообразно применение новых материалов, которые способны обладать стойкостью к воздействию внешних возмущающих факторов (ВВФ) космического пространства таким как: высокое давление и вибрационные нагрузки на этапе выведения на орбиту; резкие колебания температуры и глубокий вакуум, радиационное воздействие и проникновение микрочастиц в процессе полёта и т.д.

ПКМ состоят из двух или более компонентов, количественное соотношение которых должно быть сопоставимо. Один из компонентов образует непрерывную фазу, которая называется матрицей, другой компонент является наполнителем. Между ними создается адгезионное взаимодействие, которое обеспечивает монолитность материала.

В ПКМ матрица полимерная, а наполнитель представляет собой частицы и волокна, обладающие более высокими физико-механическими характеристиками по сравнению с полимерной матрицей.

Классификацию ПКМ можно осуществить по следующим признакам:

1. По природе матрицы:
 - терморезистивная;
 - термопластичная;
 - гибридная.
2. По природе и форме наполнителя:
 - органические и неорганические вещества природного или искусственного происхождения;
 - дисперсно-наполненные композиты;
 - материалы на основе коротких и непрерывных волокон.
3. По функциональности и др [1].

Применение ПКМ позволяет снизить вес космического аппарата (КА) на 10...50% в зави-

симости от типа конструкции и, соответственно, сократить расход топлива, повысив при этом надежность изделия [2].

ПКМ является основным материалом для изготовления таких элементов конструкции КА как защитные кожухи антенн, трубчатые фермы, панели, брусья, несущие конструкции теплозащиты, каркасы солнечных батарей и другие несущие и вспомогательные элементы.

На рисунке 1 изображен адаптер, изготовленный из ПКМ, в ракетноносителе «Протон-М» для вывода тяжелых спутников на геостационарную орбиту.

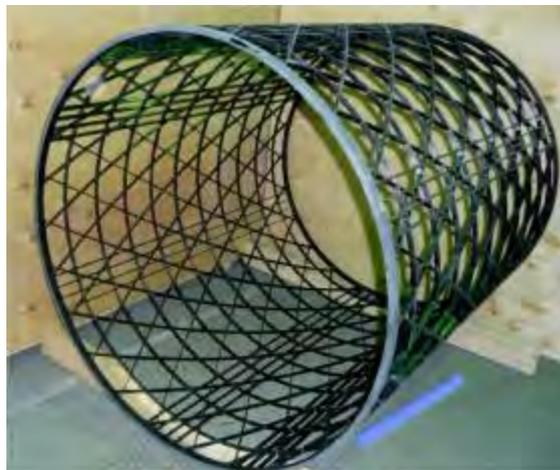


Рисунок 1 – Адаптер из ПКМ в ракетноносителе «Протон-М»

ОАО «Пеленг» при создании оптико-электронных аппаратов (ОЭА) космического базирования осуществляет комплексные исследования свойств ПКМ на различных стадиях проектирования с целью определения соответствия разрабатываемого изделия предъявляемым требованиям:

– аналитический метод (проверка КД на ОЭА в части обеспечения требований устойчивости к воздействию ВВФ);