

Научни трудове на Съюза на учените в България–Пловдив, серия Б. Естествени и хуманитарни науки, т. XXVI, ISSN 1311-9192 (Print), ISSN 2534-9376 (On-line), 2025. Scientific researches of the Union of Scientists in Bulgaria-Plovdiv, series B. Natural Sciences and the Humanities, Vol. XXVI, ISSN 1311-9192 (Print), ISSN 2534-9376 (On-line), 2025.

ДИНАМИЧНА СИМУЛАЦИЯ НА ПРОЦЕСА ЗА ПОЛИРАНЕ НА МИКРОЛЕЩА В СРЕДА НА CAD/CAE СОФТУЕР

Валери Бакърджиов

Технически Университет – София, Филиал Пловдив

A DYNAMIC SIMULATION OF THE MICROLENS POLISHING PROCESS IN CAD/CAE SOFTWARE

Valeri Bakardzhiev

Technical University – Sofia, Plovdiv Branch

Abstract: The optical manufacturing technology goes through several key stages, the last of which is polishing the optical piece. In order to polish the optical surface and obtain the required accuracy, it is necessary to have suitable polishing slurry and a polishing tool. Optical tool construction is not an easy task and it is often associated with a lot of samples and waste of technological time. To date, simulation methods for the polishing process are being sought. In this article it will be considered the options for simulation the polishing process when constructing polishing tools in CAD/CAE software environment.

Keywords: Lenses, Optical tool, CAD/CAE, Dynamic simulation

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Полирането е последният технологичен процес в технологията за обработка на оптични детайли. Технологичният процес на полиране отнема доста време и го прави ключов за изследвания в тази област. От доста години се търсят различни технологични решения за ускоряването на процеса и повишаването на производителността на оптичното производство като цяло. При него се осъществява механичен контакт между детайла и полиращия инструмент. Полиращият инструмент (Karow, 2004; Brown & Cook, 1984) е покрит с определена полираща подложка, изработена от следните съединения: филцови, термопластични, полимерни и други. Карбоксилните групи на

полиращата подложка взаимодействат с повърхността на полирания детайл и се отнема стъклена маса. Полирането е свързано с прецизен подбор на полираща подложка и полираща суспензия. При полирането се търси максимална чистота и точност на повърхнината на оптичния детайл. С подходящ подбор на полираща подложка и суспензия може да се постигне първото, но точността на повърхнината зависи и от правилната настройка на полиращата машина. Полиращата машина, показана на фигура 1, разполага с 3 полиращи глави, на всяка от които се монтира по един оптичен детайл.



Фигура 1. Полираща машина тип PM-3GN2.

2. МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

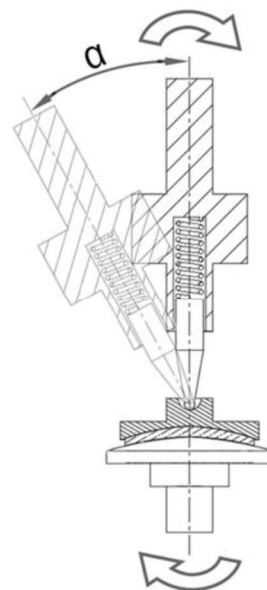
Методът на изследване е динамична симулация на ъгъла на отклонение на оптичния детайл спрямо полиращия инструмент. Чрез симулацията ще се определи дали предварително изчисленият ъгъл покрива изцяло полирания детайл. Чрез тази методика ще бъде възможно конструкторите на оптични инструменти да симулират някои параметри, за да се избегнат корекции на инструментите в бъдеще, което ще спести време и производствени разходи. На фигура 2 е показана една работна глава на машина за полиране. За изчисляване на ъгъла на осцилация α се използва следния израз:

$$\sin \alpha = \frac{d}{2R} \quad (1)$$

където:

d – диаметърът на полиращия инструмент;

R – радиусът на полираната леща.



Фигура 2. Схема на работна глава на машина за полиране.

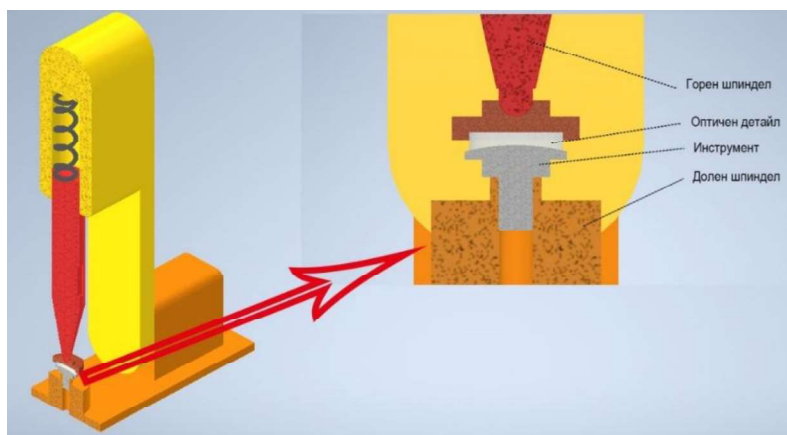
3. ОБРАБОТКА НА ОПИТНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Беше извършена динамична симулация (Younis, 2022; Любомиров et al., 2024) на оптичен детайл със софтуер AutoDesk Inventor (Autodesk, 2024). За динамичната симулация беше използван оптичен детайл от производството на „Микро Вю Ендоскопи Оптик“ АД със следните параметри:

- диаметър на оптичния детайл: $d=0,0055\text{m}$;
- радиус на оптичния детайл: $R=0,001122\text{m}$;
- диаметър на полиращия инструмент: $d_i=0,006\text{m}$;
- изчислен ъгъл на осцилация: $\alpha=15.66^\circ$.

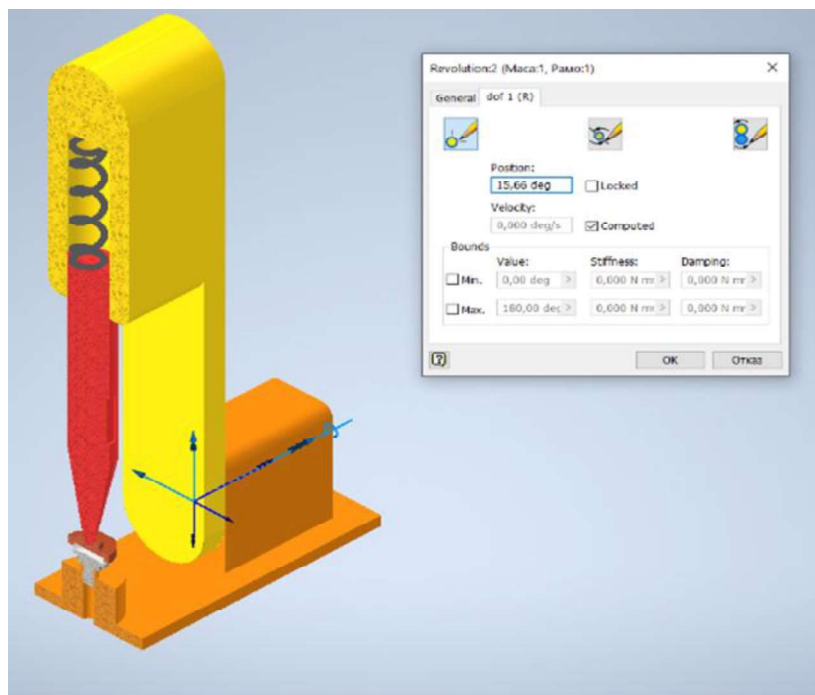
Симулацията премина през няколко основни стъпки:

1. Беше създаден 3Д модел, показан на фигура 3, който се състои от полираща глава с два шпиндела и корпус, както и пружина за създаване на постоянна сила при полиране. Механизмът се състои от 4 степени на свобода.

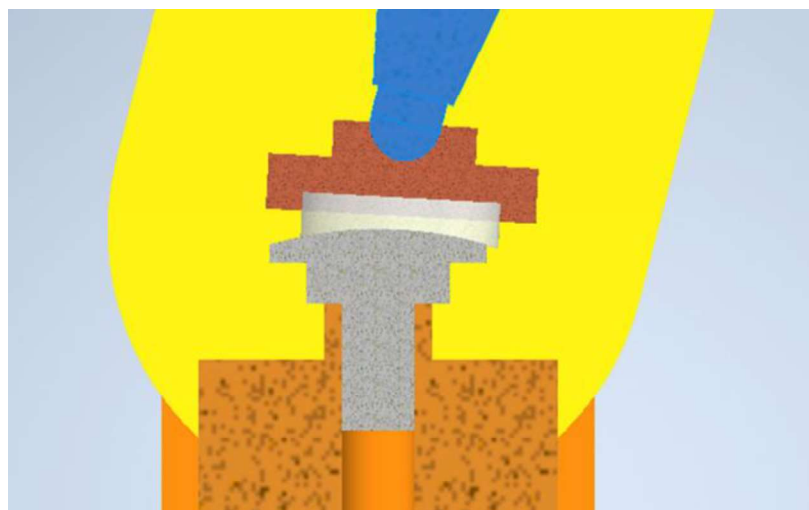


Фигура 3. Модел за динамична симулация.

2. В Dynamic Simulation на Inventor се задава центърът на тежестта, както и движението на механизма. Движението, показано на фигура 4, се задава спрямо корпуса и горния шпиндел. При полиращата машина всеки шпиндел се върти с произволна ъглова скорост, придавана чрез ремъчна предавка от стъпков мотор. Осцилацията се реализира по няколко различни начина – или чрез винтова предавка, или чрез редуктор. Машините от серията PM 1-4 и PM-3GN2 използват безхлабинен редуктор със сервомотор с обратна връзка. Ъгълът на осцилация се задава от -45° до 0° . За извършването на динамична симулация беше изчислено, че ъгълът на осцилация спрямо изходните данни е $\alpha=15.66^\circ$.



Фигура 4. Симулация на ъгъла на осцилация при 15.66° .



Фигура 5. Задаване на ъгъла на осцилация.

3. След като е зададен ъгълът на осцилация, може да се види чрез плъра на симулацията движението на оптичния детайл спрямо полиращия инструмент. На фигура 5 е показан резултатът от извършеното движение.
4. С Inventor могат да се видят ускоренията и скоростите на всяко едно звено, но в нашия случай не е необходимо, защото обект на изследване е само ъгълът на осцилация.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направеното изследване могат да се направят следните изводи:

- Приложената методика за динамична симулация в CAD среда показва с достатъчна точност движението на полиращия инструмент, което води до предвидими резултати в процеса на проектиране. Ще бъде избегнато производството на нулеви серии за оптимизация на полиращия инструмент.
- Чрез динамичната симулация може да се определи както ъгълът на осцилация, така и началният ъгъл, от който да започва самата осцилация. Това се налага, за да се подобри полирането в оптичния център на полирания детайл.
- Извършената динамична симулация не може напълно да симулира физикохимичните процеси на полиране, защото те зависят от вида на полиращата подложка и полиращата суспензия. Софтуерът симулира само механичното движение на инструмента спрямо полирания детайл.
- При симулацията не се отчитат ъгловите скорости на инструмента и оптичния детайл, както и силата на натиск. Самите скорости зависят от типа на полиращата подложка и от типа на използваното оптично стъкло.
- Чрез предложената методика може да се коригира полиращият инструмент изчислен по класическата методика, изложена в научната литература. Това неизменно ще доведе до подобряване на качеството на инструментите, използвани при полирането на оптични детайли.

ЛИТЕРАТУРА

- Autodesk Inc. (2024, November). *Autodesk Inventor – Product overview*. <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- Brown, N. J., & Cook, L. M. (1984). The role of abrasion in the optical polishing of metals and glasses. In *The Science of Polishing Topical Meeting, Technical Digest*.
- Karow, H. (2004). *Fabrication methods for precision optics*. Wiley. ISBN 978-0-471-70379-2
- Younis, W. (2022). *Up and running with Autodesk Inventor Professional 2023 – Dynamic simulation*. Independently published. ISBN 979-8423764951
- Любомиров, С., Велев, Е., & Рупецов, В. (2024). Методика за автоматизирано проектиране на приспособления в условията на CAD среди. *Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив, серия В. Техника и технологии, XXI*, ISSN 2534-9384 (Online)
- Микро Вю Ендоскопи Оптик АД. (2024, November). *Официален сайт*. <https://micro-view.bg/>