

УДК 621.941.1

РАЗРАБОТКА СФЕРОШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Никита Владимирович Эйдельман

Студент 6 курса,
кафедра «Инструментальная техника и технологии»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана.

Научный руководитель: Грубый Сергей Витальевич,
доктор технических наук, профессор кафедры «Инструментальная техника и технологии»

В оптике широко используются элементы с рабочими поверхностями сферической формы, изготовленные из оптических стекол различных марок. Целью работы является разработка станка, предназначенного для предварительной обработки сферических поверхностей на оптическом стекле методом принудительного формообразования по схеме рис. 1. Окончательная обработка оптической поверхности предусмотрена на полировально-доводочном станке.

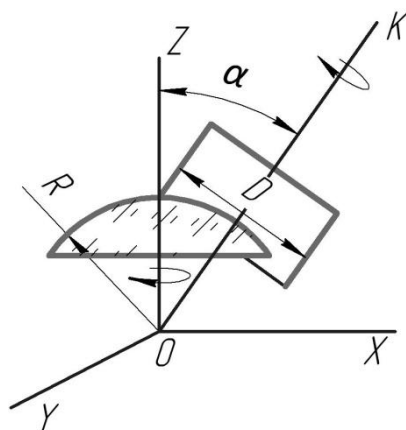


Рис. 1. Схема обработки сферической поверхности

Станок позволяет осуществить предварительное шлифование поверхности, точность обработки определяется точностью станка, шероховатость поверхности в пределах от $Rz=20$ до $Ra=1.6$.

Разработана кинематическая схема станка, показанная на рис. 2.

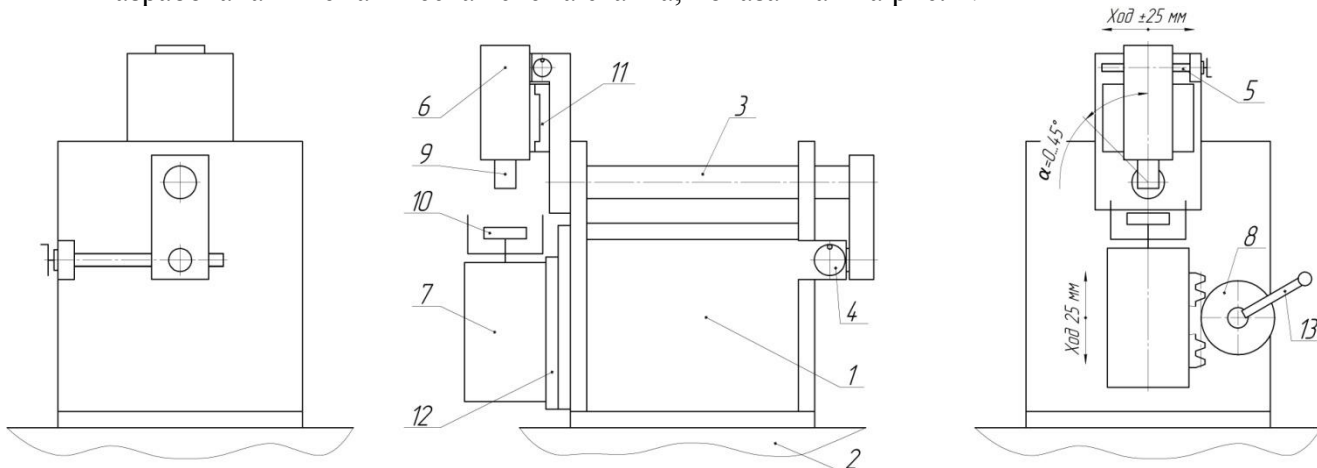


Рис. 2. Схема сферошлифовального станка

Станок укомплектован двумя частотно-регулируемыми приводами для вращения инструмента 9 и заготовки 10. Сварная станина 1 крепится к основанию 2, стоящему на полу цеха. Настройка на угол α осуществляется поворотом привода главного движения 6 вокруг оси 3 с помощью передачи винт-гайка 4. Настраиваемое перемещение привода инструмента вдоль направляющих качения 11 до совпадения кромки круга с осью вращения заготовки осуществляется при помощи передачи винт-гайка 5. Вертикальное перемещение каретки 7 вдоль направляющих качения 12 осуществляется при помощи передачи колесо-рейка 8 посредством поворота рукоятки 13.

Расчет привода главного движения выполнен по эмпирическим зависимостям, приведенным ниже, предназначенным для расчета сил при торцевом шлифовании твердого сплава чашечными алмазными кругами. Анализ литературных источников показал, что зависимости сил резания при шлифовании оптического стекла отсутствуют, введен поправочный коэффициент K_{II} . Радиальная и тангенциальная составляющие силы шлифования рассчитаны по формулам:

$$P_y = C_{py} \cdot t^{x_{py}} \cdot v_1^{y_{py}} \cdot v^{z_{py}} \cdot F^{m_{py}} \cdot \prod_{i=1}^m K_{yi} \cdot K_{II}, \text{ кгс};$$

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot v_1^{y_{pz}} \cdot v^{z_{pz}} \cdot F^{m_{pz}} \cdot \prod_{i=1}^m K_{zi} \cdot K_{II}, \text{ кгс};$$

где t – глубина шлифования, мм; v_1 – скорость детали, м/мин; v – скорость круга, м/с; F – площадь контакта круга с деталью, мм²; $\prod_{i=1}^m K_i$ – произведение поправочных коэффициентов.

$$\prod_{i=1}^m K_{yi} = K_{y1} \cdot K_{y2} \cdot K_{y3} \cdot K_{y4} \cdot K_{y5} = 1,77 \cdot 1 \cdot 1,23 \cdot 1 \cdot 1 = 2,177;$$

$$\prod_{i=1}^m K_{zi} = K_{z1} \cdot K_{z2} \cdot K_{z3} \cdot K_{z4} \cdot K_{z5} = 1,71 \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 1 = 2,309;$$

где K_1 учитывает на марку алмаза (А); K_2 – зернистость (80/63); K_3 – концентрацию абразива (50%); K_4 – охлаждение (водный раствор); K_5 – марку твердого сплава (ВК8).

При расчете рассмотрен частный случай шлифования плоскости, где инструмент – алмазное кольцо с внешним диаметром $D=50$ мм, внутренним диаметром $d=46$ мм. В расчете принята глубина шлифования $t=0,004$ мм, частота вращения круга $n=7000$ об/мин, частота вращения заготовки $n_d=500$ об/мин. Принят материал заготовки – стекло оптическое марки К8.

По литературным данным при переходе от твердого сплава ВК8 к оптическому стеклу марки К8 значение поправочного коэффициента принято: $K_{II}=0,7$.

Тогда максимальная площадь контакта и соответствующие силы шлифования составят:

$$F = \frac{\pi}{8} \cdot (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{8} \cdot (50^2 - 46^2) = 150,8 \text{ мм}^2;$$

$$P_y = 9,81 \cdot 44 \cdot 0,004^{0,88} \cdot 7,85^{0,6} \cdot 18,33^{-0,83} \cdot 150,8^{0,87} \cdot 2,177 \cdot 0,7 = 123,5 \text{ Н};$$

$$P_z = 9,81 \cdot 1,6 \cdot 0,004^{0,71} \cdot 7,85^{0,6} \cdot 18,33^{-0,71} \cdot 150,8^{1,15} \cdot 2,309 \cdot 0,7 = 70,4 \text{ Н}.$$

Крутящий момент и мощность шлифования будут, соответственно:

$$M_R = 1,75 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad N_R = 1,3 \text{ кВт}.$$

Расчетные значения по силам, крутящему моменту и мощности шлифования будут использованы для выбора двигателей вращения инструмента и заготовки.

Литература

1. Справочник технолога-оптика. Под общ. ред. С. М. Кузнецова и М. А. Окатова – Л.: Машиностроение, 1983. – 414 с.
2. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник. Под ред. А. Н. Резникова – М.: Машиностроение, 1977. – 391 с.
3. *Альшиуллер В.М., Герасимов С.А., Грималюк М.В.* Алмазный инструмент для обработки оптических деталей // Оптический журнал. – 2011. № 4. – С. 25–32.