



ПОСТРОЕНИЕ ПРОФИЛЕЙ КОПИРОВ ДЛЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СТАНКОВ ПО ОБРАБОТКЕ ЯНТАРНЫХ
КАБОШОНОВ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.С. Корогодин, студент,
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический
университет»
e-mail: hoshemin97@mail.ru

Б.П. Борисов, канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический
университет»
e-mail: b.borisov@klgtu.ru

В статье предлагается методика графического построения профилей копиров на основе компьютерных технологий, позволяющая быстро и эффективно проектировать рабочие профили копиров, необходимые для создания различных сложнопрофильных базовых поверхностей кабошенов с возможностью дальнейшей разработки управляющей программы на фрезерный станок, оснащенный системой с числовым программным управлением Siemens Sinumerik 840D, для их изготовления.

Рабочий профиль копира, базовый профиль кабошена, обработка янтаря, графическое построение на основе САПР Компас, управляющая программа, Siemens Sinumerik 840D

Одним из важнейших узлов в специализированных шлифовальных станках - кабошонерках, предназначенных для обработки сложнопрофильной поверхности ювелирных изделий из янтарных заготовок (кабошенов), является маятниковый шпиндель 3 (рис. 1, схема 1), на который крепится янтарная заготовка 2 и устанавливается копир 4, находящийся в контакте с упорным роликом 5 [1]. В роли инструмента выступают алмазно-абразивные круги. На рис. 1 представлено два варианта конструкции станков кабошонерок.

На схеме 1 (рис. 1) изображена кабошонерка польской фирмы AVALON, в которой движение шпинделя 3 с установленными на нем заготовкой 2 и копиром 4 осуществляется посредством качательного движения V_3 . На схеме 2, которая легла в основу наших расчетов, начальное движение шпинделя заменено с качательного на возвратно-поступательное движение P_3 , что уменьшает погрешность движения при обработке заготовки и повышает жесткость станка в целом.

Аналоговая система управления станком при обоих вариантах исполнения кабошонерок реализуется при помощи копира. Контакт между копиром и упорным роликом является точечным - точка А на рис. 2.

Именно профильная рабочая поверхность копира несет в себе информацию, обеспечивающую получение заданного базового профиля кабошена. Однако рабочий профиль копира вовсе не является увеличенной копией базового профиля кабошена [2]. Это, в частности, связано со следующими причинами:

- 1) координаты оси упорного ролика не совпадают с координатами оси вращения шлифовального алмазно-абразивного круга, т. е. расстояние $L_1 \neq L_2$;
- 2) диаметр алмазно-абразивного круга $D_{кр}$ не равен диаметру упорного ролика $d_{рол}$;
- 3) габариты рабочего профиля копира существенно больше габаритов базового профиля кабошена: $a_{коп} \cdot b_{коп} > a \cdot b$.

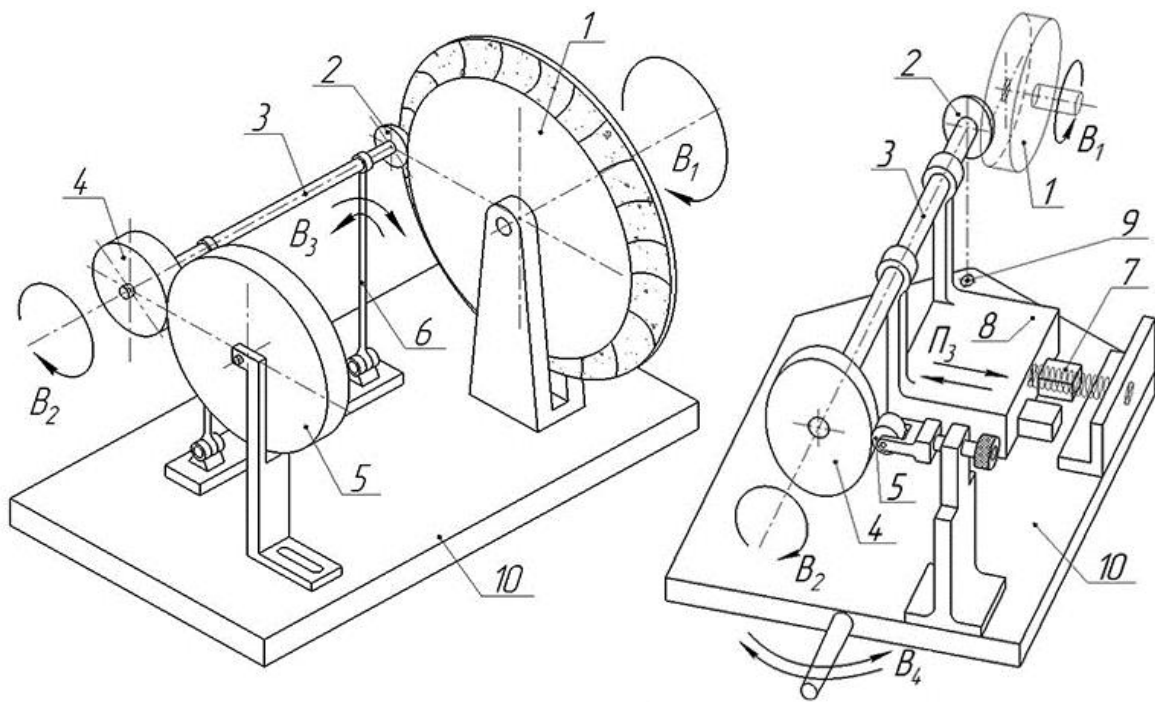


Схема 1

Схема 2

Рисунок 1 – Схемы конструкции станков для обработки янтарных кабошонов:
 1 – алмазно-абразивный круг; 2 – заготовка; 3 – шпиндель; 4 – копир; 5 – упорный ролик;
 6 – маятниковый механизм; 7 – пружина сжатия; 8 – блок линейного перемещения;
 9 – ось поворота стола; 10 – стол

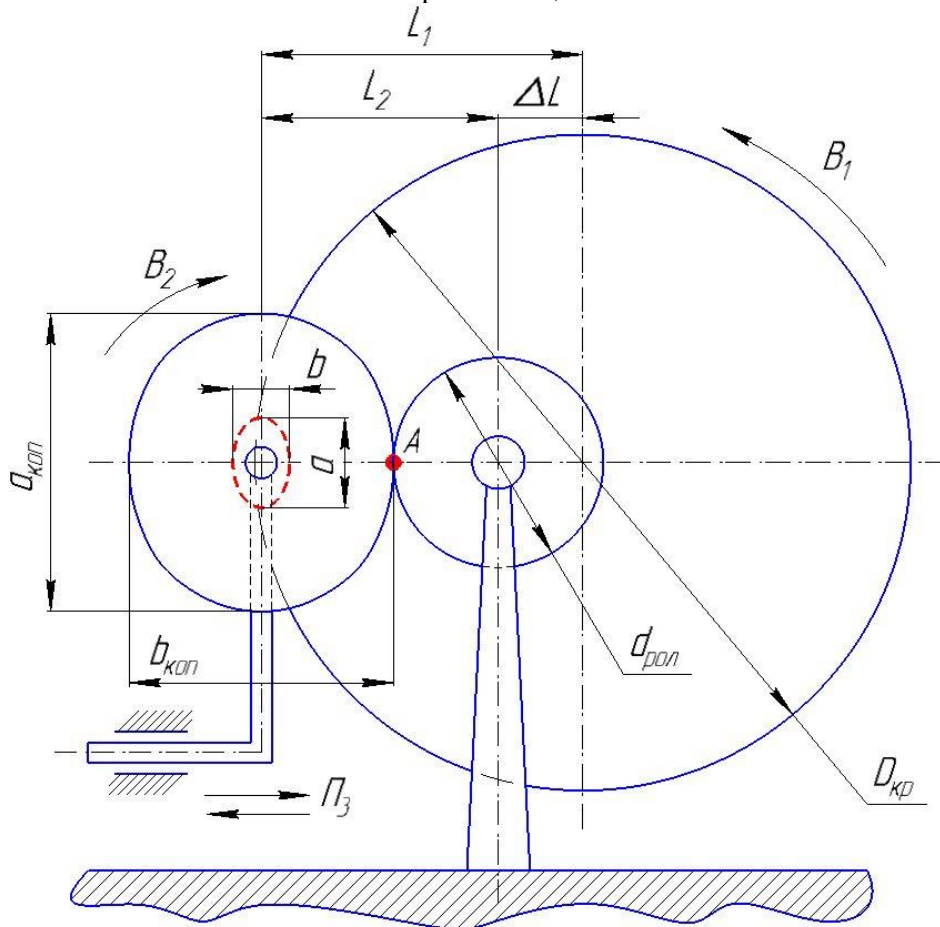


Рисунок 2 – Схема контактирования рабочего профиля копира с упорным роликом

Польская фирма AVALON поставляет к своему станку комплекты копиров только для создания простых геометрических базовых профилей кабошонов типа круг, квадрат, овал и т. д. Поэтому разработка соответствующей методики построения рабочих профилей копиров, необходимых для создания сложнопрофильных базовых поверхностей кабошонов, является актуальной задачей.

Нами предлагается методика графического построения рабочих профилей копиров по заданным базовым профилям кабошонов с помощью использования системы автоматизированного проектирования «Компас». На рис. 3 представлена графическая имитация в увеличенном масштабе точечного контакта базового профиля кабошона (в данном случае, имеющего форму «Челнок») с абразивным кругом, и рабочего профиля копира с упорным роликом, также имеющим точечный контакт.

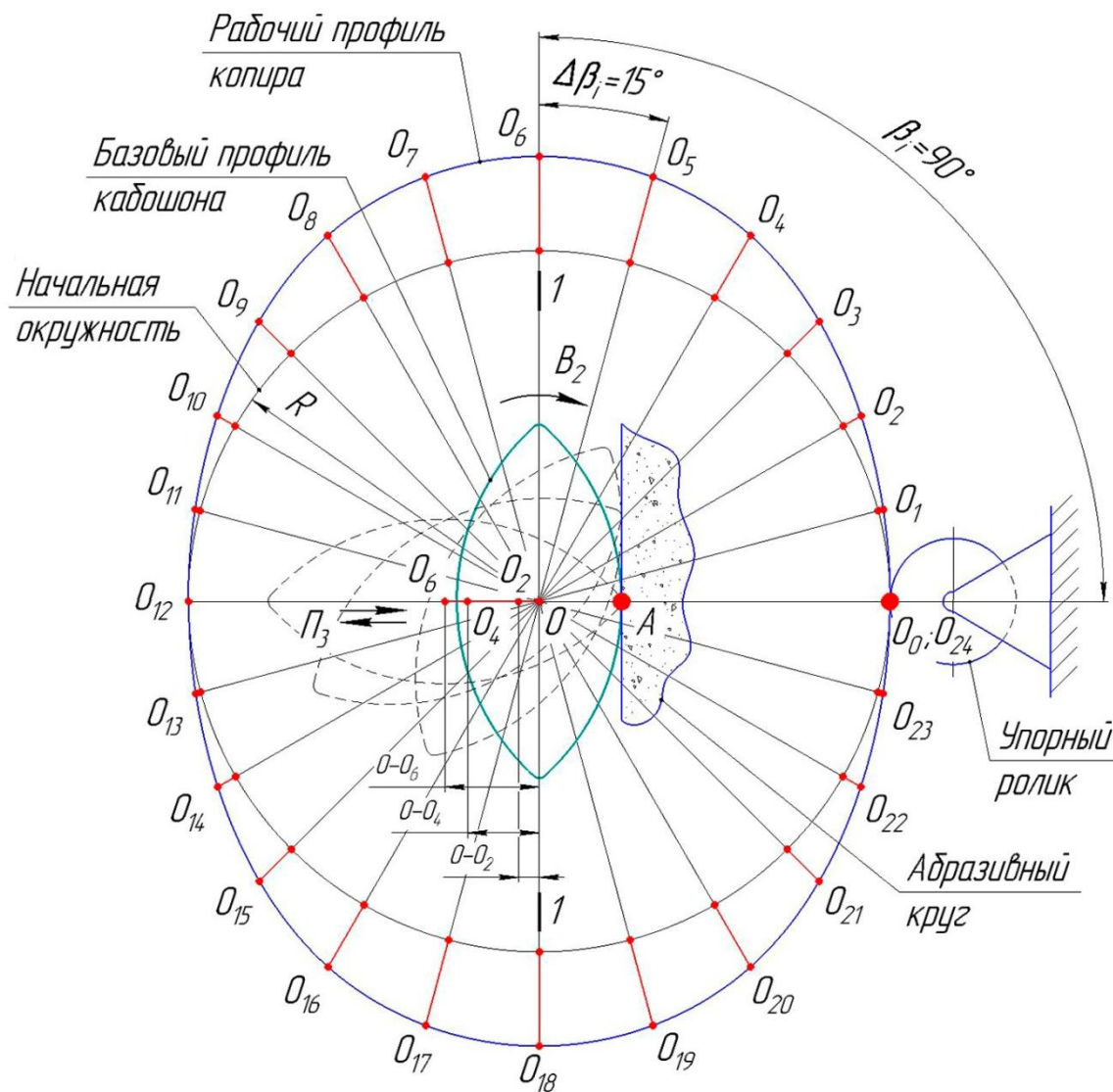


Рисунок 3 – Методика графического построения рабочего профиля копира по заданному базовому профилю кабошона

Процесс построения рабочего профиля копира для получения базового профиля кабошона осуществляется следующим образом: сначала строится начальная окружность радиусом R , в центре которой располагаем базовый профиль заданного (будущего) кабошона так, чтобы их центры совпали.

Затем задается шаг угла поворота $\Delta\beta_i$ базового профиля кабошона равный 15° . Но для наглядности на рис. 3 и 4 представлены положения базового профиля кабошона с шагом в 30° .

В связи с тем, что базовый профиль кабошона в рассматриваемом примере имеет форму «Челнок», необходимо произвести построение рабочего профиля копира только для четверти его профиля β_i (рис. 3), так как данный базовый профиль кабошона симметричен относительно продольной и поперечной оси.

После назначения шага угла поворота $\Delta\beta_i$ поворачиваем относительно оси симметрии 1-1 базовый профиль кабошона по часовой стрелке вокруг точки O , в которую проецируется ось шпинделя, на 30° (рис. 3 и 4), таким образом, чтобы базовый профиль кабошона находился в постоянном точечном контакте с торцом абразивного круга (точка A на рис. 4). В ходе образования новой точки контакта A базового профиля кабошона с абразивным кругом центр вращения O сместится по горизонтальной оси и займет на ней новое положение O_2 . Получившееся в итоге расстояние $O - O_2$ откладывается на соответствующем радиусе-векторе выше радиуса начальной окружности R .

Далее аналогично, последовательно поворачивая через заданный угол $\Delta\beta_i$ базовый профиль кабошона относительно нового положения, образуется новая точка контакта A базового профиля кабошона со шлифовальным кругом. Получившиеся в результате этих действий отрезки $O - O_4$, $O - O_6$ также откладываются на соответствующие им радиус-векторы (рис. 4).

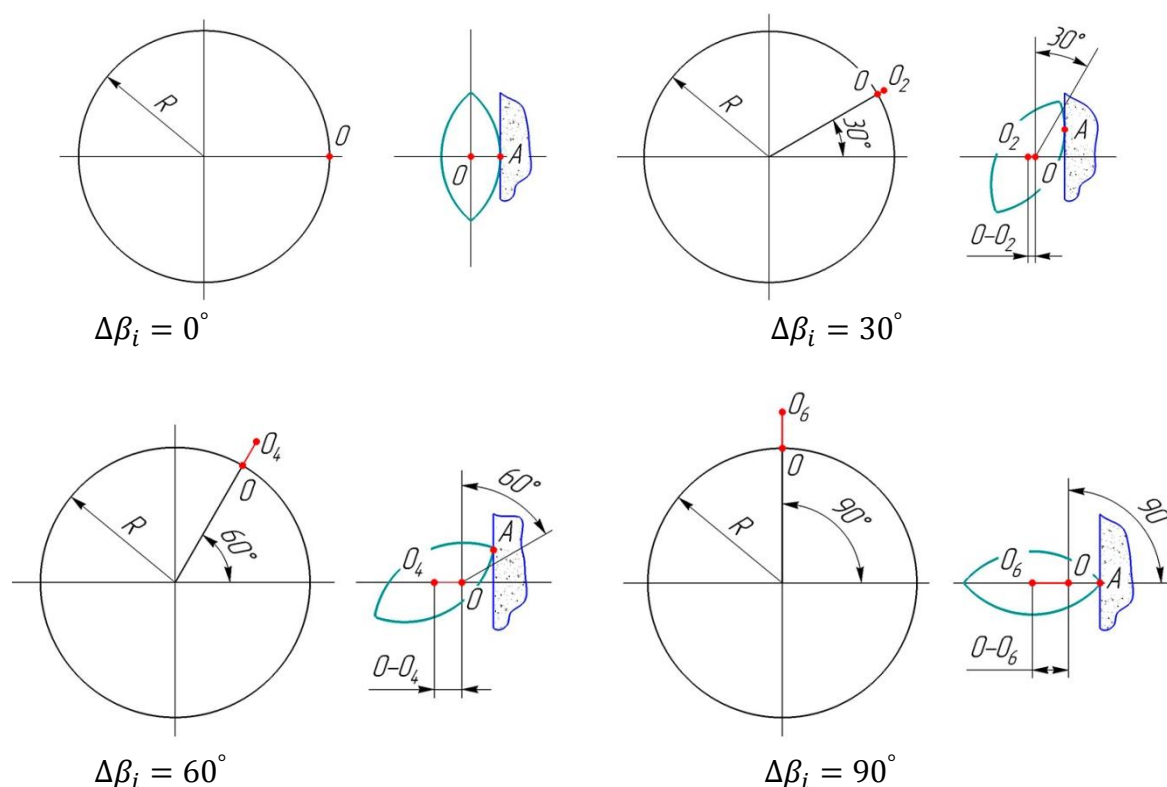


Рисунок 4 – Этапы построения рабочего профиля копира по заданному базовому профилю кабошона

После того, как отложены все отрезки, получившиеся в ходе построения их крайние точки $O_0 \dots O_{24}$ последовательно соединяются сплайном. Этот сплайн и будет являться искомой геометрической формой рабочего профиля копира (рис. 3).

Таким образом, с помощью данной методики можно построить рабочие профили копиров, необходимые для создания различных сложнопрофильных базовых поверхностей кабошонов. На рис. 5 представлены наиболее распространенные базовые профили кабошонов и построенные для их изготовления рабочие профили копиров [3]. Из рисунка наглядно видна разница между построенным рабочим профилем копира и заданным базовым профилем кабошона.

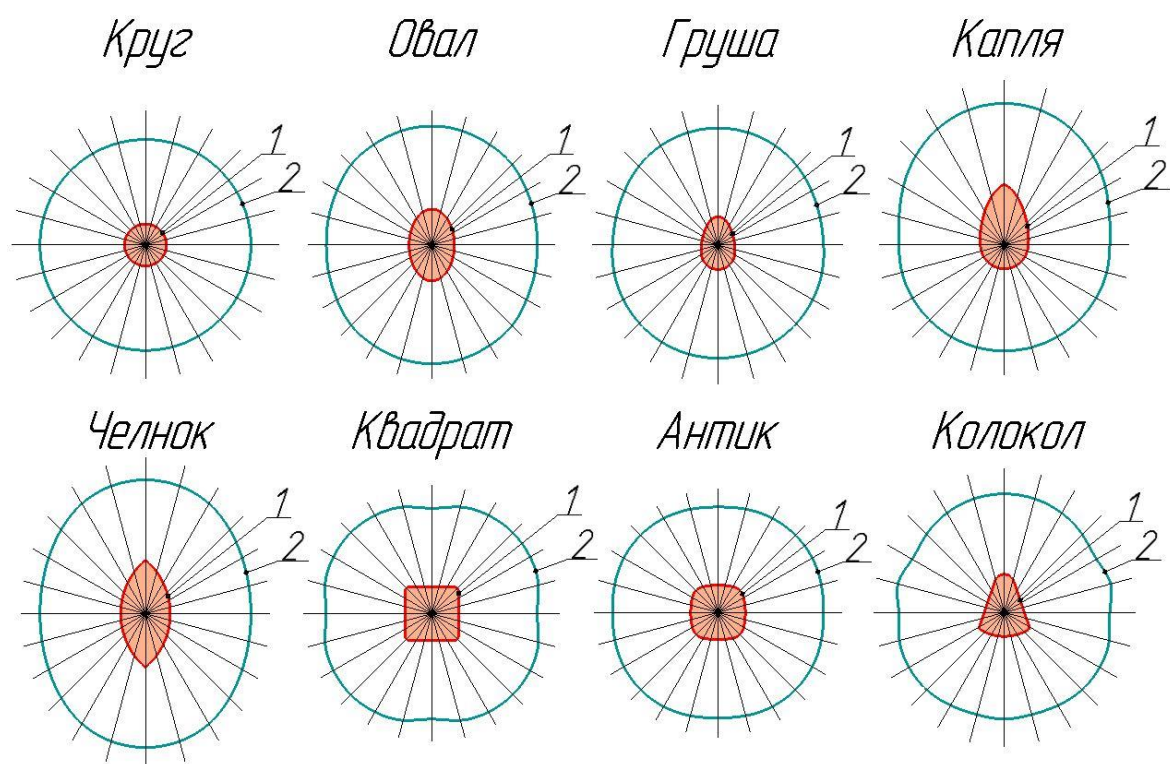


Рисунок 5 – Варианты построенных рабочих профилей копиров для различных базовых профилей кабошонов: 1 – заданный базовый профиль кабошона; 2 – построенный рабочий профиль копира

Изготовить построенный рабочий профиль копира можно на фрезерном станке, оснащенный системой с числовым программным управлением Siemens Sinumerik 840D. Для этого необходимо знать координаты опорных точек. Они могут быть определены с помощью системы автоматизированного проектирования Компас, в которой и производилось построение рабочих профилей копиров. Программа позволяет определять координаты точек с требуемой точностью до сотых долей. Фрагмент управляющей программы представлен на рис. 6.

```

.....
N10 CSPLINE X 88.2 Y 0.00
N20 X 86.46 Y 23.17
N30 X 80.89 Y 46.70
N40 X 70.41 Y 70.41
.....
N210 X 80.89 Y -46.70
N220 X 86.47 Y -23.17
N230 X 88.20 Y 0.00

```

Рисунок 6 – Фрагмент управляющей программы для изготовления рабочего профиля копира «Челнок» на вертикально-фрезерном станке с системой ЧПУ Siemens Sinumerik 840D

Таким образом, предложенная методика графического построения на основе компьютерных технологий позволяет быстро и эффективно разрабатывать рабочие профили копиров, необходимые для создания различных сложнопольных поверхностей кабошонов с возможностью дальнейшей разработки управляющей программы для их изготовления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов, Б. П. Определение аналитических зависимостей при расчете профиля копиров специализированного станка для обработки янтарных кабошонов / Б. П. Борисов, М. В. Жданова, Ю. Ф. Правдин // Известия КГТУ. – 2008. – № 13. – С. 133-137.
2. Борисов, Б. П. Графоаналитические исследования профиля копиров для производства кабошонов из янтаря / Б. П. Борисов [и др.] // Детали машин и трибология: междунар. сб. науч. трудов / КГТУ. – Калининград, 2005. – С. 38-48.
3. Карасёва, Е. А. Кабошон из янтаря: геометрические параметры, классификация, технология изготовления, методы формообразования / Е. А. Карасёва, Б. П. Борисов // Вестник молодёжной науки: электронный научный журнал. – 2018. – № 4(16) [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2018/11/Karaseva-416.pdf>

PLOTTING OF COPIER PROFILES FOR SPECIALIZED MACHINES FOR PROCESSING AMBER KABOCHONS BASED ON COMPUTER TECHNOLOGIES

A.S. Korogodin, student,
Kaliningrad State Technical University
e-mail: hoshemin97@mail.ru

B.P. Borisov, PhD in engineering sciences, assistant professor
Kaliningrad State Technical University
e-mail: b.borisov@klgtu.ru

The article proposes a method for graphically building copier profiles based on computer technologies, which allows you to quickly and efficiently design copier working profiles needed to create various complex profile base of cabochons with the possibility of further developing a control program for a milling machine equipped with a numerical control system Siemens Sinumerik 840D, for their manufacture.

Copier work profile, cabochon base profile, amber processing, CAD drawing «Compass», control program, Siemens Sinumerik 840D