

УДК 745.511

***М.М. Черных, А.И. Пьянков, А.В. Троянов***

Черных Михаил Михайлович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ижевский механический институт, доктор технических наук, декан факультета рекламы и дизайна, профессор кафедры технологии промышленной и художественной обработки материалов Ижевского государственного технического университета. Имеет 160 научных работ, из них 23 по тематике деревообработки.



Пьянков Александр Иванович родился в 1960 г., окончил в 1983 г. Ижевский механический институт, кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии промышленной и художественной обработки материалов Ижевского государственного технического университета. Имеет 50 научных статей, в том числе 13 по тематике деревообработки.



Троянов Андрей Валерьевич родился в 1984 г., окончил в 2006 г. Ижевский государственный технический университет, аспирант. Имеет одну научную работу в области деревообработки.



## **ОБРАБОТКА СКУЛЬПТУРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ НА СТАНКАХ С ЧПУ**

Проведено сравнение себестоимости и трудоемкости изготовления типового скульптурного изделия из древесины по различным технологиям; предложена технология, совмещающая преимущества ручной и станочной обработок.

*Ключевые слова:* древесина, обработка скульптур из древесины, станки с ЧПУ.

Наиболее сложной техникой выполнения работ по дереву является скульптурная резьба. Готовое изделие представляет собой художественно обработанную объемную фигуру, в основной массе или полностью оторванную от фона; оно просматривается со всех сторон (рис. 1) [1, 2]. В работе резчики используют большой набор различных инструментов (ножи-резаки, косяки и стамески разного размера и профиля). Изготовление изделия ведется медленно. До 25 % времени уходит на выявление основных форм

скульптуры из массива древесины. При этом существует так называемый человеческий фактор, связанный с возможным браком.

Выполненное изделие является неповторимым произведением искусства и изготавливается обычно по индивидуальному заказу в одном или нескольких экземплярах. Все изделия ручной работы, даже в одной небольшой партии (до 10 шт.), отличаются друг от друга и имеют характерные художественные черты.



Рис. 1. Примеры скульптурных изделий из древесины

Современные технологии изготовления скульптурных изделий из древесины основаны на использовании фрезерного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ). При изготовлении скульптуры станки с ЧПУ работают по программам, составленным в САМ-системах [3, 4]. Траектории движения фрезы при обработке рассчитывают по поверхностям трехмерных моделей, которые создает дизайнер, или по моделям, полученным при трехмерном сканировании.

Технология изготовления на станках с ЧПУ включает черновую обработку, предназначенную для снятия напуска с заготовки, и чистовую, доводящую изделие до нужной чистоты поверхности. Чистовую обработку выполняют в несколько раз дольше черновой.

К основным недостаткам обработки на станках с ЧПУ можно отнести большие капитальные вложения в оборудование, необходимость использования дорогостоящих программных продуктов, значительную продолжительность чистовой обработки, сложность создания трехмерной модели и отсутствие эксклюзивности продукции. Недостатки и достоинства двух сравниваемых технологий изготовления скульптурных изделий из древесины приведены в таблице.

Анализ таблицы показывает, что недостатки и достоинства рассмотренных способов связаны с технологией изготовления. Резчик по дереву не способен в короткие сроки изготовить большую и даже среднюю партию изделий. На станке с ЧПУ это возможно, но все изделия будут идентичны, теряя свою эксклюзивность.

Потребность изменения существующей ситуации в отрасли ведет к необходимости совмещения ручной и станочной обработок, что является, по нашему мнению, важным шагом в области изготовления художественных изделий из древесины.

Критерии	Ручная резьба	Обработка на станках с ЧПУ
Недостатки	<p>Большие трудозатраты</p> <p>Высокая квалификация резчика</p>	<p>Большие капитальные вложения в оборудование и программное обеспечение</p> <p>Сложность создания 3D-модели изделия</p> <p>Высокая стоимость машинного времени</p> <p>Отсутствие эксклюзивности продукции</p>
Достоинства	<p>Высокая эксклюзивность изделия</p>	<p>Высокая производительность изготовления партии изделий</p>

Цель данной статьи – проанализировать различные способы изготовления скульптурных изделий из древесины и предложить технологию, совмещающую ручную и станочную обработки.

Предложенная комбинированная технология предполагает первоначальное черновое фрезерование заготовок на станке с ЧПУ и последующую ручную доработку. Черновая обработка позволяет эффективно выделить из заготовки основные формы объемно-пространственного изделия. При этом чистовая обработка на станке, которая для большинства изделий составляет от 2 до 10 ч машинного времени в зависимости от габаритов изделия, полностью исключена. Тем самым намного уменьшается стоимость общего машинного времени, составляющего сегодня для механической обработки на станках с ЧПУ до 1 тыс. р./ч [5]. К тому же, дизайнеру не нужно создавать точную модель (прототип), необходимую для чистового фрезерования. Модель упрощается, продолжительность ее проектирования снижается.

Резчик по дереву, дорезая черновую заготовку вручную, придает изделию художественно-эстетическую завершенность. При этом продолжительность ручной обработки тоже сокращается, так как уже не требуется рутинный труд на первой стадии придания формы изделию.

Нужно отметить, что все изделия в итоге будут различными, так как ручная работа неповторима даже при изготовлении одинаковых изделий. Поэтому цена продажи этого изделия будет значительно выше, поскольку его можно продавать как ручную работу.

При сравнении себестоимости одного изделия и трудоемкости его изготовления были рассмотрены три технологии: ручная резьба, фрезерование на станке с ЧПУ «Камея» и комбинированный способ. В качестве примера в статье представлено изделие «Мамонт» (рис. 2), которое изготовлено по трем вариантам технологий. При расчете были учтены все статьи расходов в условиях действующего производства (основные фонды, общие сводные данные на содержание и эксплуатацию оборудования, общецеховые, общезаводские и внепроизводственные расходы) и

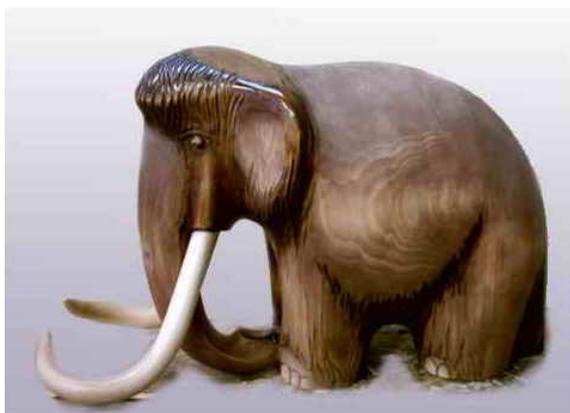


Рис. 2. Изделие «Мамонт» (осина, размеры 130×120×70 мм) Установлено, что при

изготовлении одного изделия

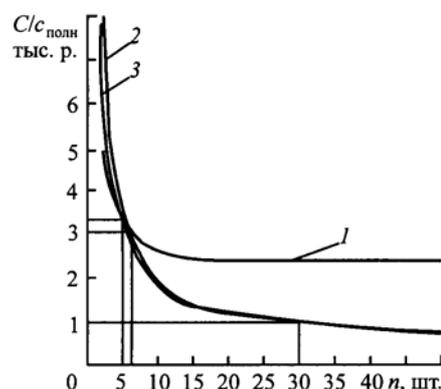


Рис. 3. Зависимость себестоимости изделия от партии: 1 – ручная обработка; 2 – обработка на станке с ЧПУ и ручная доработка; 3 – изготовление изделия на станке с ЧПУ

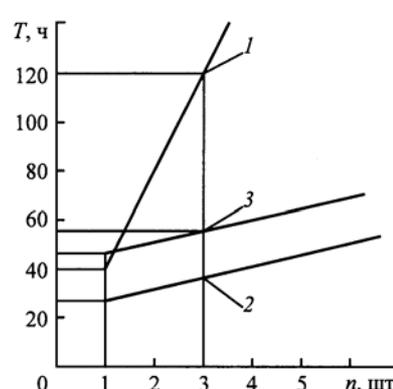


Рис. 4. Зависимость времени изготовления от объема партии изделий (см. обозначения на рис. 3)

«Мамонт» минимальная себестоимость единицы продукции получена при использовании ручного труда резчика и составляет 4922 р. (рис. 3). Это объяснимо, так как в расходы не включено использование дорогостоящего оборудования. С ростом числа изделий в партии до 10 шт. себестоимость изделия снижается и при дальнейшем увеличении остается постоянной – 2401 р.

Изготовление партии изделий с использованием станка с ЧПУ требует первоначальных крупных вложений как в оборудование, так и в проек-

тирование, отладку процесса. Поэтому единичное производство экономически неоправданно. Себестоимость одного изделия «Мамонт» достигает почти 8 тыс. р. С увеличением числа изделий до 100 шт. себестоимость снижается до 534 р. за счет распределения затрат на всю партию продукции (рис. 3).

Применение комбинированного способа обеспечивает меньшую по сравнению с перечисленными выше способами себестоимость продукции. При партии 30 шт. себестоимость изделия составляет 664 р., при партии 100 шт. – 467 р.

В условиях рынка, кроме себестоимости изготовления изделий, важное значение имеет срок выполнения заказа. Анализ затрат времени показал, что самым малопродуктивным способом изготовления, как и следовало ожидать, является ручная резьба. Для создания только 3 шт. изделий одному резчику требуется до 120 ч (рис. 4). На станке с ЧПУ работа выполняется гораздо быстрее, но при этом на проектирование и отладку всего техпроцесса требуется до 50 ч – время, за которое резчик сможет вырезать одну скульптуру. При совмещении обработки на станке с ЧПУ с ручной доработкой предполагается полная загруженность станка. Это условие дает возможность изготовить в месяц до 320 черновых заготовок. Один мастер может обработать за месяц 48 заготовок, а 6 человек полностью выполняют месячный план.

Важной задачей в изготовлении изделий по комбинированной технологии является определение оптимального соотношения времени станочной и ручной обработок. Правильный выбор этого соотношения может, с одной стороны, значительно облегчить труд резчика, с другой – снизить себестоимость изделия за счет уменьшения времени работы оборудования с ЧПУ. С увеличением припуска на ручную доработку время работы станка уменьшается, что приводит к снижению себестоимости изделия.

Применение высоких технологий проектирования изделия, написание программ обработки, использование квалифицированного персонала – это те факторы, которые повышают себестоимость изделия. В любом случае при проектировании и изготовлении художественных изделий нужно не только рассчитывать производственные мощности и использовать современные технологии, но и проводить маркетинговые исследования, выясняя потребительский спрос на товар.

Таким образом, предложенный способ производства скульптурных художественных изделий из древесины позволяет совместить преимущества станочной ЧПУ-обработки (высокая производительность) и ручной обработки (эксклюзивность) и обеспечивает большую цену продаж при меньших затратах времени на изготовление партии изделий и практически одинаковых производственных затратах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дымковский, И.П. Художественная резьба и мозаика по дереву [Текст] / И.П. Дымковский. – Минск, 1999.

---

2. Круковер, В.И. Резьба по дереву [Текст] / В.И. Круковер. – М.: ООО «Эт-рол», ООО «ИКТЦ «ЛАДА», 2004.

3. Режим доступа: <http://sapr2000.ru/link7.html>

4. Режим доступа: <http://ad.cctpu.edu.ru/SAPR/SAPR02/cadcam/Review.htm>

5. Режим доступа: <http://sapr2000.ru/invision/index.php?showtopic=11102>

Ижевский государственный  
технический университет

Поступила 19.10.07

*М.М. Chernykh, A.I. Pjankov, A.V. Troyanov*

**Processing of Sculptural Wooden Items on Machines  
with Numerical Program Control**

Comparison of cost and labour-intensiveness of producing standard sculptural wooden item by different technologies. The technology combining advantages of manual and machine processing is offered.

---