© Л.П. Осипова, Ю.А. Павлов, 2006

УДК 658.5

Л.П. Осипова, Ю.А. Павлов

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЗАИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ СО СМЕШАННОЙ ТЕХНИКОЙ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Семинар № 23

Комплекс программных средств ART-CAD-CAM-PDM - это компьютерная интегрированная система дизайна, конструкторского, технологического проектирования, подготовки производства и управления проектными работами при создании разнообразных архитектурно-строи-тельных, декоративно-художествен-ных или ювелирных изделий из облицовочных, поделочных и цветных камней [1].

Назначением компьютерной интегрированной системы "Мозаика" является дизайнерская разработка (ART) и конструкторско-технологическая подготовка производства (CAD-CAM) мозаичных изделий разного вида из цветного камня и других материалов (панно для интерьеров или экстерьеров зданий и сооружений, вставки для художественного оформления декоративных или ювелирных изделий и т.д.). Особенностью данной системы является необходимость работы с большим количеством элементов (деталей), которые имеют индивидуальные геометрические формы, определяемые созданной векторной графической моделью исходного изображения.

Изготовление элементов мозаики выполняется на контурно-вырезных станках с ЧПУ, использующих разные методы обработки - струйно-абразивный, алмазно-проволочный или лазерный (для определенных видов материалов). Сборка мозаичных изделий обычно выполняется вручную по шаблонам, подготовленным на компьютере. Для идентификации элементов мозаики при сборке может быть применено штриховое кодирование с нанесением этикетки на каждый вырезаемый элемент на специальных штрих-кодовых устройствах. Лазерные контурно-вырезные станки с ЧПУ имеют встроенное устройство для нанесения штриховых или буквенно-циф-ровых кодов лазерным лучом непосредственно на поверхности вырезаемых деталей.

Все прикладные программные системы необходимо настраивать перед началом работы с разными материалами изделий: облицовочными, поделочными и ювелирными камнями; алмазами и высокотвердыми искусственными кристаллами; керамикой; черными, цветными и драгоценными металлами. Каталоги материалов дол-жны содержать их физико-техничес-кие параметры, характеристики обрабатываемости и другие специфические свойства, влияющие на эстетическое качество, технологические режимы и условия производства.

Для технологического проектирования и формирования документации каждую из систем следует обеспечить каталогами современных станков, режущих инструментов, стандартной технологической и инструментальной оснастки. Автоматическое формирование управляющих программ для станков с ЧПУ требует каталогов применяемых устройств ЧПУ с библиотекой постпроцессоров для каждой модели станка.

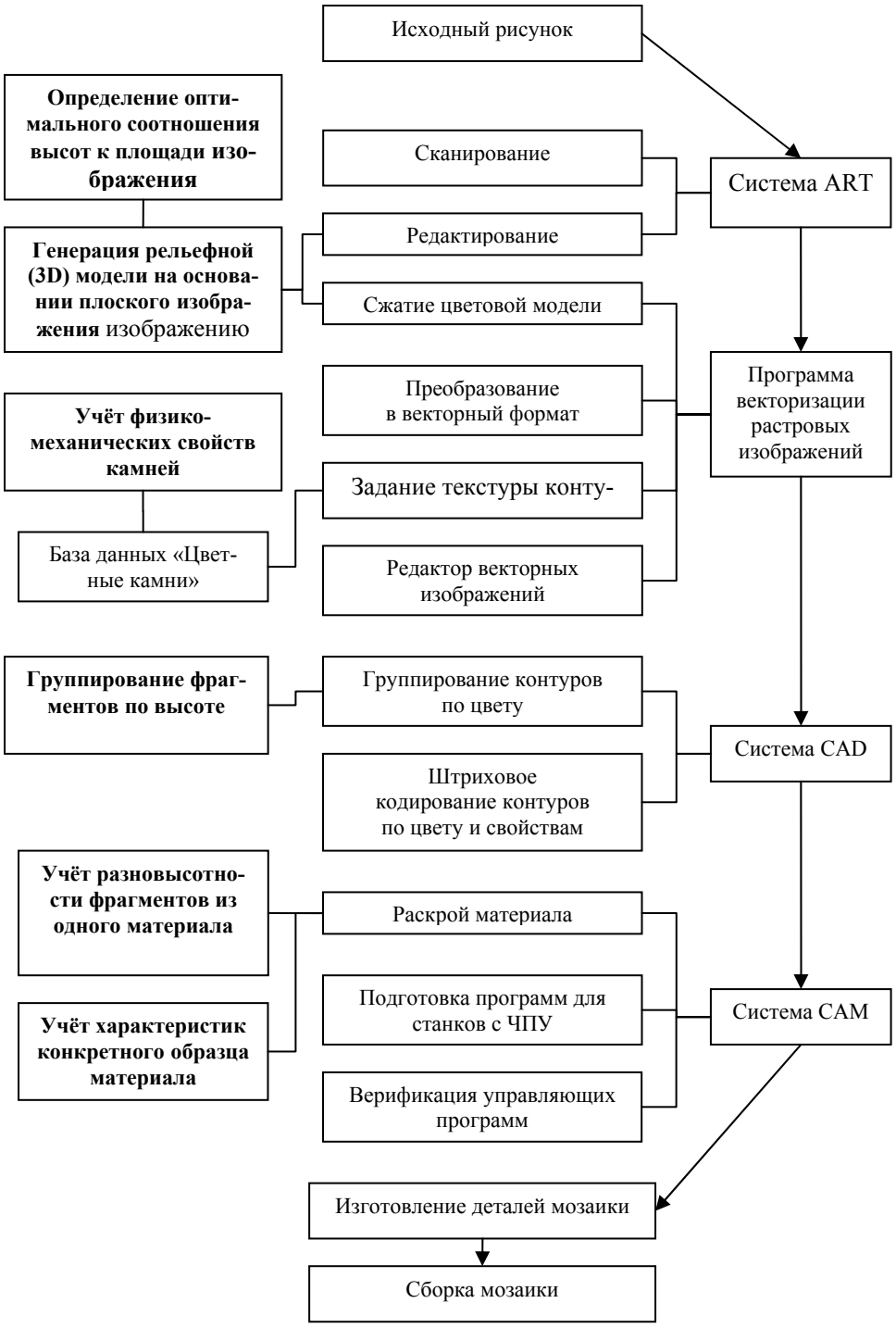
Рассмотрим подробнее общие принципы и методы разработки компьютерной системы "Мозаика-Рельеф", объединяющей традиционную технику флорентийской мозаики с возможностями современной технологии изготовления сложных, рельефных поверхностей деталей художественных композиций. Таким образом, разрабатываемая интегрированная компьютерная система должна включать в себя функциональные модули системы "Мозаика" и модули системы "Рельеф" [1]. Назначением прикладной системы "Рельеф" является дизайн и конструкторско-технологи-ческое проектирование объемных орнаментов, барельефов, фигурных текстов, камей и других декоративно-художественных элементов из мрамора, гранита и цветных камней. Основными формообразующими операциями резьбы по камню являются 3-координатное фрезерование, глубокое гравирование и профильное шлифование цилиндрическими, коническими или сферическими абразивно-алмазными кругами.

Использование интегрированных компьютерных технологий CAD-CAM позволяет создавать 3D-модели деталей мозаичных изделий, на основании которых автоматически формируются многопроходные траектории инструментов в процессе обработки заготовок на станках с ЧПУ. По этим компьютерным моделям могут также изготавливаться шаблоны для формообразования поверхностей деталей методом копирования, например, на ультразвуковых станках со свободным абразивом, подаваемым в зону обработки.

Процесс создания нового программного приложения "Мозаика-Рельеф" требует корректировки алгоритма функционирования исходной системы "Мозаика", разработки новых встроенных в этот алгоритм процедур генерации рельефных графических моделей на основании их плоских изображений, а также проектирования технологических процессов изготовления деталей с автоматизированной подготовкой управляющих программ для станков с ЧПУ.

В общем случае функционирование системы «Мозаика-Рельеф» определяется алгоритмом, представленным на рис. 1.

Сделаем некоторые пояснения к этому рисунку. В разрабатываемой системе особое внимание уделено пополнению баз данных цветных и облицовочных камней. Помимо кодирования вида камня по признаку цвета, содержится информация об его физико-механических свойствах. Это очень важно. Так использование определенных разновидностей и классов природных камней в экстерьере нежелательно, тогда как в интерьере они могут использоваться без ограничения. Агрессивная внешняя среда отрицательно сказывается на их декоративных свойствах и снижает долговечность. Кроме того, необходимо учитывать совместимость камней по их технологическим свойствам. Например, шлифование-полирование собранной из разных по твёрдости материала элементов мозаики отрицательно



Компьютерная система «Мозаика-Рельеф»

сказывается на качестве обработанной поверхности. Нецелесообразно совмещать в мозаичных панно камни с отличающейся морозостойкостью. Это может привести к трещинам в изделии при его эксплуатации.

К материалам, применяемым для изготовления барельефов и мозаик, предъявляется ряд специфических требований: камень должен быть однородным, не содержать крупных вкраплений, не иметь трещин и хорошо обрабатываться. Базу данных «Цветные, облицовочные и поделочные камни», должна содержать образцы, удовлетворяющие этим условиям. Расширим её отечественным и импортным сырьём, представленным на нашем рынке.

Создав в системе «Мозаика-Рельеф» модуль позволяющий подбирать камни с учётом вышеописанных особенностей, важно получить список камней различных цветов, задавая их твёрдость и морозостойкость. При этом выполняется процедура выбора «область применения – свойство – камень – цвет», в то время как в программе «Мозаика», осуществляется только выборка «цвет – камень».

Подобрав камни для мозаичных панно, переходят к следующей операции – раскрою пластин на фрагменты.

В системе «Мозаика» большое внимание уделено оптимальному раскрою материала. При контурном резании проблема оптимального раскроя материала решается путем применения специализированных модулей «Раскрой», входящих во все известные программные комплексы САПР. Они производят разметку прямоугольных, фигурных объектов, определяют оптимальные схемы размещения деталей в зависимости от габаритов исходного листа или же определяют габариты листа материала по размерам деталей. Применение программы раскроя позволяет сократить количество отходов листового материала при резании, уменьшить время на разметку листа и просчёт всех возможных вариантов размещения на нём деталей изделия.

Для природного камня или других неоднородных материалов возникают дополнительные проблемы с раскроем и наиболее эффективным использованием сырья. В таком случае целесообразно составить сетку, с помощью которой можно определить координаты «опасных участков» - трещины, крупные вкрапления, явные неоднородности для конкретного образца, который будет обрабатываться.

Для оптимального раскроя деталей мозаики форма этого образца может вводиться посредством сканирования. Требуется группирование контуров по виду сырья, из которого они вырезаются. Например, все детали из белого мрамора группируются на один «лист», а из серпентинита – на другой и т.д. (рис. 2.) При размещении деталей учитывается диаметр инструмента и «опасные участки» образца материала.

При наличии объёмных фрагментов мозаики различных высот, необходимо провести группирования деталей по высоте, так как используется камень не только разных цветов, но и разной толщины. Это делается в целях экономии материала и инструмента: например, фрезеровать элемент панно с максимальной высотой 5 мм из плиты толщиной 30 мм нецелесообразно. В штриховом коде помимо цвета, физико-механических свойств, необходимо указание габаритных размеров рельефных деталей в целях быстрого поиска образца нужного материала.

Для эстетической гармонизации мозаики важно математически подсчитать оптимальные соотношения максималь-

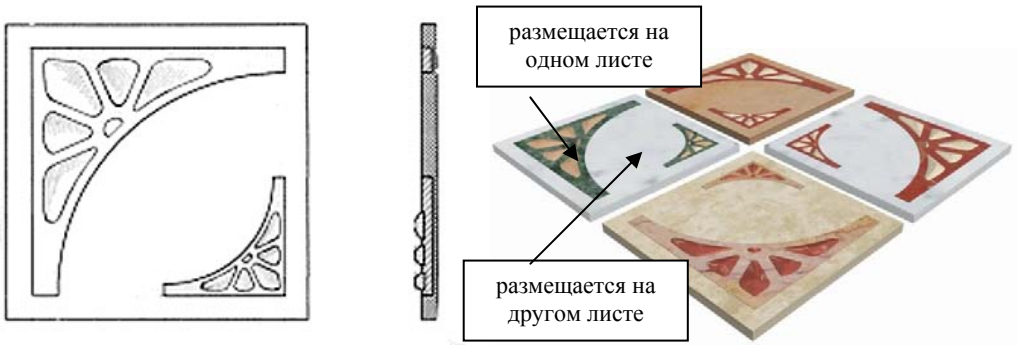


Рис. 2. Мозаичное панно с объёмными фрагментами

ной высоты к площади панно с учётом цвета и особенностей зрительного восприятия изделия на основании фотореалистичного просмотра его 3D-модели. Полученные значения будут использованы при построении геометрии рельефного изображения в модуле CAD.

Помимо пополнения базы данных природных камней целесообразно упорядочить экспериментальные и теоретические сведения о режимах обработки. Для удобства работы дизайнера-технолога интегрированная система «Мозаика-Рельеф» должна содержать встроенную библиотеку станков и оснастки, инструмента, режимных параметров обработки. Эта информация необходима для заполнения технологической документации и систематизации производственных данных в системе CAM.

Собственно автоматизированная компьютерная технология изготовления мозаики в смешанной технике исполнения (при наличии плоских и объёмных фрагментов) состоит из следующих операций:

1) подготовка исходного изображения и чертежа в системах ART и CAD;

2) написание управляющей программы в модуле CAM;

3) контурное вырезание плоских фрагментов и фрезерование рельефов деталей;

4) сборка

5) склейка деталей;

5) полировка изделия.

Операции 1 и 2 выполняются на персональном компьютере с использованием проектируемой системы «Мозаика-Рельеф»; операцию 3 – на контурно-вырезных и фрезерных обрабатывающих центрах с ЧПУ. Сборка и склейка осуществляются вручную, причём при ручном изготовлении мозаик перед сборкой обычно осуществляют подгонку деталей. В случае станочной обработки автоматически достигается требуемая точность, поэтому фрагменты хорошо стыкуются без подгоночных работ. Склеивание обычно происходит на эпоксидные смолы, в которые добавляют различные пигменты для тонирования швов. В качестве подложки используют сцементированные сетки из синтетических материалов.

Плоские фрагменты мозаики предлагается изготавливать из уже полированной плитки, а объёмные детали полируются после процесса фрезерования. Однако финишная полировка для готового панно всё же необходима, чтобы убрать дефекты, которые могут появиться на

предыдущих операциях. Оправдано использование специальной «косметики» для камня, улучшающей полировку, цвет и защищающей поверхность от вредного воздействия внешней среды.

Мозаика с фрагментами барельефа – это малоизвестный в России вид декоративного искусства. Обычно для оформления интерьеров и экстерьеров, сувенирной и другой художественной продукции используется отдельно плоская мозаика (римская, флорентийская, смешанная) и барельефы. Совмещение этих техник может повысить эстетическое качество изделия, сделать его произведением высокого искусства. В основном мозаики изготавливаются вручную в единичном производстве. Автоматизировав процесс, можно производить серийные изделия, или же быстро компоновать сложные панно на заказ. При использовании системы «Мозаика-Рельеф» и станов с ЧПУ сокращается время на подготовку УП и саму обработку. Повышается качество мозаичных изделий за счёт высокой точности фрагментов. Кроме того, современное оборудование позволяет наносить гравированные изображения на поверхность мозаики, повышая её декоративность.

Итак, компьютерное проектирование становится неотъемлемой частью камнеобрабатывающего производства. Однако существующие CAD-CAM системы по большей части не приспособлены для дизайна высокохудожественных изделий, и тем более, сложных композиций типа мозаик. Поэтому разрабатываемая система «Мозаика-Рельеф» необходима для совмещения художественного и технического проектирования, а также технологической подготовки качественных изделий высокой эстетической ценности при одновременном снижении производственных затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Павлов Ю.А.* Компьютерные системы проектирования и подготовки производства промышленных изделий из камня: Учеб. пособие в 3 частях. Ч. 1. Научные основы, методы и средства создания программных приложений. - М.: МГГУ, 2002. - 108 с.

Коротко об авторах

Павлов Ю.А. – кандидат технических наук, профессор,
Осипова Л.П. – аспирантка,
кафедра «Технология художественной обработки материалов», Московский государственный горный университет.