

АНАЛИЗ СИСТЕМ ВВОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕРЕГУЛЯРНОЙ ФОРМЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ю.В. Полозков

Успешными предприятиями легкой промышленности в процессе разработки геометрической модели будущего изделия активно используются CAD системы, интегрированные в САПР различного уровня. Однако этого становится недостаточным, так как в современных экономических и технологических реалиях интенсивно развивается дифференцированный подход к заказчикам, а также увеличивается удельный вес конструкторских проектных решений, принимаемых отдельным специалистом. Вследствие этого возрастает актуальность проблемы автоматизации частных задач, обусловленной их разнообразием и малой степенью формализованности. Современные пакеты компьютерной 3D графики ориентированы, главным образом, на эффективное конструирование поверхностей, имеющих закономерно изменяемую (часто правильную) форму. Поэтому процесс интерактивного конструирования поверхностей пространственно-сложных (нерегулярных) объектов (например (рисунок 1), манекенов, обувных колодок, пресс-форм для их изготовления и т.п.) приводит к скачку в повышении трудоемкости, зачастую делая его невыполнимой задачей, а выбранную CAD систему – неэффективной. Очевидно, что этап проектирования, в конечном итоге, определяющим образом влияет на себестоимость продукции. Например, по данным В. Хубки [1], затраты на проектирование объекта могут достигать более 60 % в общем объеме единичного производства изделий пространственно сложной формы (рисунок 2).



Рисунок 1 – Примеры объектов легкой промышленности, имеющих нерегулярную форму

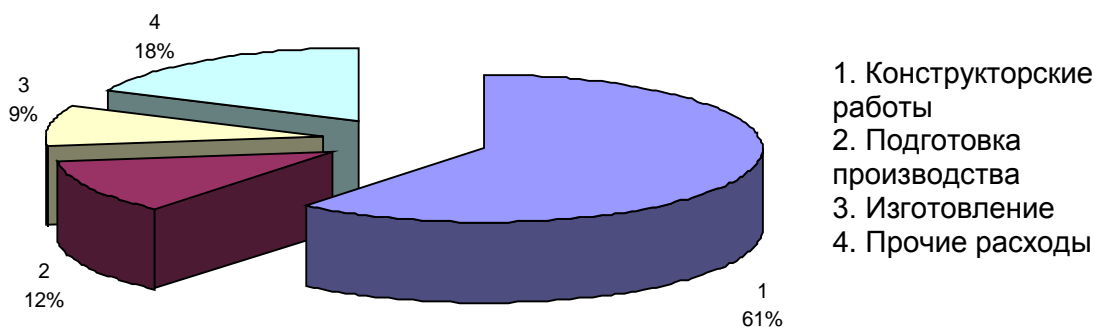


Рисунок 2 – Распределение расходов при единичном производстве сложных изделий

Выходом из сложившейся проблемной ситуации в проектировании нерегулярных объектов является внедрение программно-технических комплексов, направленных на автоматизацию математического формоописания (оцифровки) поверхностей физических объектов. Посредством систем оцифровки традиционная производственная цепочка, предусматривающая переход от геометрической модели продукции к физическому объекту, при проектировании новой продукции дополняется этапом сканирования поверхностей физических объектов-аналогов. В результате такого подхода обеспечивается обратный переход от физических объектов к конструкторско-геометрической модели [2].

На рынке представлен широкий спектр систем оцифровки, основанных на тактильном исследовании поверхности объекта (измерительные руки – FaroArm, MicroScirbe3D и др.) и наиболее эффективных, использующих различные волноотражательные свойства материала объектов: лазерные системы – ModelMaker, Replica, Arius3D, CyraX 2500 и др., фотограмметрические, а также ультразвуковые, пьезометрические и т.п. [3]. Поиск оптимального исполнения системы оцифровки, обеспечивающей наибольшую эффективность в условиях разнообразия как принципиально отличающихся, так и сходных технических и технологических предложений, должен быть основан на оценке ряда их функционально-стоимостных требований. Это вызывает необходимость систематизации и последующего анализа систем оцифровки и их технико-экономических параметров. Расширенная классификация и описание принципов действия различных систем оцифровки приведены в работе [3]. Эта классификация может быть полезна на стадии принятия концептуального варианта технического исполнения системы оцифровки. В дальнейшем выбор системы оцифровки должен определяться целями, которые преследует предприятие-заказчик, имеющимися финансовыми возможностями, функциональным обеспечением системы оцифровки и т.д. Ключевыми условиями успешного применения системы оцифровки в производственной сфере являются определение области специализации и выбор соответствующего этой области метода оцифровки. Для оценки эффективности внедрения комплексов оцифровки целесообразно использовать следующие показатели качества [4, 5]: технические, к которым относятся эксплуатационные показатели: уровень автоматизации, быстродействие, надёжность работы; конструктивные: габариты установки, габариты рабочего пространства, масса, мобильность; технологические: ограничения по технологии (возможность оцифровки мягких, хрупких, прозрачных, зеркальных и т.п. поверхностей); сложность поверхности объекта, точность измерений, экономические: стоимость оборудования; затраты на обслуживание; энергоёмкость; организационные: длительность, сложность этапа подготовки процесса, обучение персонала; эргономические: степень неблагоприятного воздействия на человека (вредность, физическая и психологическая утомляемость), удобство обслуживания. Также следует провести анализ

возможностей программного обеспечения, которые должны как минимум поддерживать решение следующих основных задач: ввод полученной информации в компьютер; числовое описание геометрии поверхности объекта; управление точностью при формировании цифровой модели объекта; представление измерительной информации в форме, удовлетворяющей стандартам, обеспечивающим экспорт/импорт цифровых моделей с возможностью их модификаций в пакетах компьютерного геометрического моделирования и вывод на периферийные устройства; а также дополнительных задач: управление данными, в том числе промежуточными; визуализация результатов оцифровки; обеспечение хранения и поиска геометрической информации. Функциональное наполнение программного обеспечения компьютеризированных комплексов оцифровки определяет их место в пространстве САПР как:

- САПР среднего уровня, поддерживающая программно-технический комплекс, обеспечивающий сквозную автоматизацию формообразования изделий;
- специализированная САПР нижнего уровня, ориентированная на информационное обеспечение САПР среднего или высокого уровня.

При создании САПР, основанной на применении систем оцифровки, разработчики зачастую реализуют собственную CAD систему, внедрение которой может вызвать полный отказ от ранее используемой в процессе проектирования и, соответственно, потребует дополнительных финансовых и временных затрат на ее приобретение и освоение.

Для оценки эффективности внедрения систем оцифровки на предприятиях среднего и малого уровня, в том числе на предприятиях легкой промышленности, был проведен квалиметрический анализ, который показал, что в наибольшей степени комплексу функционально-стоимостных требований отвечают фотограмметрические системы (рисунок 3) [5].

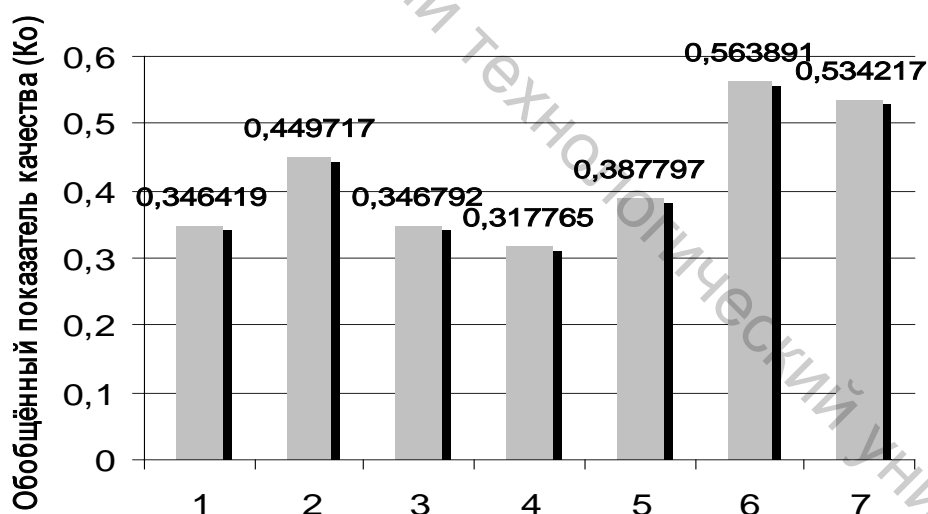


Рисунок 3 – Результаты квалиметрического анализа систем оцифровки нерегулярных объектов:

- 1 – контактные механические устройства и приспособления; 2 – ручные дигитайзеры; 3 – специализированные автоматизированные устройства; 4 – контурографы; 5 – координатные измерительные машины; 6 – фотограмметрические системы; 7 – лазерные сканирующие системы

Различными фотограмметрическими системами реализуются методы, основанные на обработке одиночных снимков (плоскостная фотограмметрия), и методы, использующие стереоскопическое зрение, в которых обрабатываются два и более снимка (стереофотограмметрия) [6]. Фотограмметрическая обработка

снимков базируется на методах проективной геометрии и теории перспективы. Фотограмметрические системы можно классифицировать на системы авиа-, космической съемки и системы наземной съемки. Первые – геоинформационные системы (ГИС) – применяются, главным образом, в геодезии и картографии. Системы, ориентированные на применение в сферах, связанных с формообразованием нерегулярных изделий (в основном это системы наземной съемки), можно разделить на универсальные, специализированные и специальные.

Универсальная автоматизированная фотограмметрическая система позволяет оцифровывать наиболее широкий спектр пространственно сложных технических объектов. Такие системы часто представляют собой стационарные установки с достаточно большим рабочим пространством и относятся к классу дорогостоящего оборудования, стоимость которого измеряется десятками тысяч долларов. К таким системам можно отнести, например, семейство систем ATOS фирмы GOM mbh, стоимостью от \$ 60 000, семейство систем OptoTOP, OptoSIS фирмы Breuckmann GmbH, системы Rexcan фирмы Solutionix и т.п. Повышенная стоимость обусловлена использованием в них специальных прецизионных фотограмметрических камер, различных метрических устройств, специального программного обеспечения. Причем, как правило, универсальные автоматизированные фотограмметрические системы реализуют методы стереофотограмметрии, т.е. конфигурация систем включает две и более специальные цифровые камеры высокого разрешения. Кроме того, для обеспечения качественного результата фотограмметрической обработки, проводимой в автоматическом режиме, зачастую требуется выполнять трудоемкий этап калибровки и юстировки системы с помощью различных маркеров, координатных сеток и т.п.

Специализированные системы позволяют получать цифровые модели объектов определенного класса, например, промышленных изделий, арт-форм, зданий, микрообъектов и т.п. Объекты могут ограничиваться диапазоном размеров, степенью сложности геометрической формы и некоторыми другими параметрами. Данные системы находят применение в строительстве, легкой промышленности, машиностроении, трехмерной фотографии, web-дизайне и т.д. Ограничение области их специализации обусловлено использованием заранее сформированных математических моделей поверхностей (цифровых шаблонов), составляющих формальный базис для создания моделей исследуемых объектов по данным фотограмметрической обработки, а также техническим исполнением, ограничивающим радиус рабочего пространства, обычно составляющий порядка 200 – 400 мм. Это, в свою очередь, существенно сужает сферу их применения. К специализированным системам можно отнести 3D Scantop фирмы Olympus, систему TriForm Body Scanner компании Wicks & Wilson и т.п. Кроме того, на рынке представлены системы цифровой фотограмметрии, предназначенные для оцифровки мебели, помещений и строительных объектов. Стоимость специализированных систем находится в пределах от нескольких сот до нескольких тысяч \$.

Специальные фотограмметрические системы ориентированы на геометрическое описание объектов определенного типа и применяются, например, для создания Game-моделей, а также в медицине, антропоморфных исследованиях и т.п.

Таким образом, дорогостоящие универсальные фотограмметрические системы являются доступными только крупным предприятиям и предприятиям, специализирующимся на оцифровке объектов. На предприятиях среднего и малого уровня могут эффективно использоваться специализированные системы. Однако их широкое применение сдерживается областью специализации, сложностью и трудоемкостью технической эксплуатации. Следует отметить, что в стремлении к повышению универсальности и сокращению стоимости фотограмметрических измерений разработчиками интенсивно развивается направление теоретических и экспериментальных исследований по переходу от специальной к бытовой

цифровой фототехнике, даже несмотря на некоторые потери в точности [6]. В этой связи активно разрабатываются методы фотограмметрии, в том числе плоскостной, основанные на использовании структурированного освещения [7, 8, 9]. Потенциальная эффективность систем, реализующих данные методы, обусловлена ресурсной неизбыточностью (для получения информации о трехмерной сцене требуется обработка одного снимка, сформированного с помощью одной цифровой камеры). В таких системах принцип действия позволяет симультанно получать исходную информацию о целых участках поверхности, обработка данных основана на относительно простых моделях фотограмметрических преобразований, в процессе обработки данных отсутствует необходимость решения таких трудно формализуемых задач, как обработка стереопар, кадров видеопотока и поиск сопряженных точек. Для обеспечения наибольшей эффективности при использовании на малых и средних предприятиях легкой промышленности сотрудниками кафедры “Инженерная графика” Витебского государственного технологического университета разработана экспериментальная система цифровой фотограмметрии, основанная на применении структурированного освещения, которая реализована на базе одной обычной цифровой фотокамеры [2, 3]. Этой системой реализуются оригинальные алгоритмы калибровки камеры, обработки изображений, графических образов, что позволило при относительно невысокой стоимости системы, определяемой затратами на приобретение цифровой фотокамеры, охватить широкий диапазон технических объектов пространственно сложной формы.

Разработанная классификация систем оцифровки, систематизация, методика и результаты проведенного квалиметрического анализа основных показателей качества этих систем [3, 5] позволят сократить строки и повысить объективность оценки систем геометрического описания сложных поверхностей при их внедрении в процесс компьютерной подготовки производства объектов нерегулярной формы на малых и средних предприятиях легкой промышленности.

Список использованных источников

1. Хубка, В. Теория технических систем : пер. с нем. / В. Хубка. – Москва : Мир, 1987. – 208 с.
2. Полозков, Ю. В. Компьютерная обработка изображений для рекурсивного восстановления нерегулярных объектов / Ю. В. Полозков, Д. Н. Свирский // Информатика. – 2005. – № 4. – С. 47–56.
3. Полозков, Ю. В. Автоматизация ввода геометрической информации для рекурсивного формообразования нерегулярных объектов : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.12 / Ю. В. Полозков. – Минск, 2009. – 177 с.
4. Князь, В. А. Анализ состояния разработок видеометрических технологий оперативной подготовки данных для CAD/CAM систем / В. А. Князь, С. Ю. Желтов // Доклады конференции CAD/CAM/PDM [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа : [http://lab18.ipu.rssi.ru/projects/conf2004/3/009Доклад\(Князь,Желтов\).htm](http://lab18.ipu.rssi.ru/projects/conf2004/3/009Доклад(Князь,Желтов).htm). – Дата доступа : 20.05.2010.
5. Полозков, Ю. В. Квалиметрический анализ современных систем оцифровки нерегулярных объектов / Ю. В. Полозков, Д. Н. Свирский // Метрологическое обеспечение качества 2000 : материалы Междунар. конф., Минск, 28 – 30 ноября 2000 г. / БГПА, Тесей ; редкол. : И. Е. Зуйков [и др.]. – Минск, 2000. – С. 108–111.
6. Смирнов, С. А. Измерительная фотография / С. А. Смирнов // Измерительная техника. – 1996. – № 5. – С.28–32.
7. W, Li. Object adapted pattern projection – Part I : generation of inverse patterns / W. Li [et al.] // Optics and Lasers in Engineering. – 2004. – № 41. – P. 31–50.
8. Pawłowski, M. Shape and position determination on combination of photogrammetry with phase analysis of fringe patterns / M. Pawłowski, M.

- Kujawińska // Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP'2001) : Ninth International Conference proceedings, Warsaw, 5-7 September 2001. / Warsaw University of Technology, Springer; Ed.: W. Skarbek [et al.]. – Warsaw, 2001. – Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2124. – P. 391–399.
9. Pollefeys, M. Self-calibration and metric reconstruction in spite of varying and unknown intrinsic camera parameters / Pollefeys, M., R. Koch and L. V. Gool // International Journal of Computer Vision. – 1999. – Vol. 32, № 1. – P. 7–25.

Статья поступила в редакцию 17.11.2010

SUMMARY

The problem of the geometrical description automation of technical objects with an irregular surface for CAD designing is considered. Systems of the automated description (digitizing) of irregular surfaces are analyzed. The basic quality parameters of digitizing system are given. Their estimation will provide efficiency of these systems introduction in manufacturing. Photogrammetric systems as the most effective means for CAD designing of the irregular form objects at the light industry enterprises are considered.

УДК 677.021.16/.022.019

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРОВНОТЫ СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ В НЕОДНОРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ПРОДУКТАХ

Д.Б. Рыклин, А.Е. Авсеев

В настоящее время существенную долю всей выпускаемой в мире пряжи составляет пряжа из смеси разнородных волокон. Как известно, сочетание волокон нескольких видов позволяет получить пряжу, обладающую комплексом ценных свойств, присущих ее отдельным компонентам, но только при качественном смешивании компонентов. Плохое качество смешивания приводит к повышению неровноты по всем свойствам пряжи, снижению стабильности технологических процессов ее производства и переработки.

Однако в производственных условиях неровнота смешивания компонентов не определяется из-за отсутствия апробированного инструментального метода для ее оценки. В то же время возможность определения неровноты смешивания разнородных компонентов в продуктах прядения позволила бы осуществлять оценку эффективности процессов переработки смесей волокон и оперативно вносить корректировки в технологии производства многокомпонентной пряжи.

Наиболее распространенным способом определения неровноты волокнистых продуктов по линейной плотности является применение приборов, основанных на емкостном методе измерения. Однако данные приборы не позволяют оценить неровноту смешивания компонентов в неоднородных волокнистых продуктах.

Решение данной задачи возможно в случае модернизации электронно-емкостных приборов за счет установки на них дополнительного датчика (конденсатора), отличающегося частотой электромагнитного поля, создаваемого между его пластинами. Сигнал, получаемый с основного датчика, используется для определения традиционных характеристик неровноты продуктов прядения по линейной плотности (диаграмма и гистограмма массы отрезков, градиент, спектр неровноты и т.д. [1]), а соотношение сигналов, получаемых от основного и дополнительного датчиков – для определения неровноты смешивания компонентов.

Известно, что с увеличением частоты электромагнитного поля происходит существенное снижение величины диэлектрической проницаемости материалов.