

$$\varphi_{1,2} = \arctg \frac{10}{|-5,01|} = 63,39^\circ.$$

$$\varphi_{2,3} = 26,66^\circ.$$

$$\gamma''_1 = \arctg [\operatorname{tg} (10^\circ - | -1,68^\circ |) \sin 63,39^\circ] = 7,45^\circ; \gamma''_2 = 4,52^\circ.$$

Рассчитаем значения задних углов по формулам (3), (4)

$$\alpha''_2 = \arctg [\operatorname{tg} (12^\circ + 10^\circ - 10^\circ) \sin 63,48^\circ] = 10,77^\circ; \alpha''_3 = 6,76^\circ;$$

$$\alpha''_1 = \arctg [\operatorname{tg} (12^\circ + 10^\circ - 8,32^\circ) \sin 63,39^\circ] = 12,28^\circ; \alpha''_2 = 5,448^\circ.$$

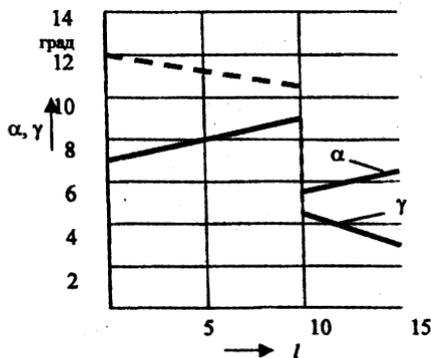


Рис. 2. График изменения передних и задних углов по ширине фасонного реза

УДК 621.9

Д.Н. Сви́рский, Б.Н. Су́хиненко

КОМПЛЕКС «КОНСТРУКЦИЯ-МАТЕРИАЛ-ТЕХНОЛОГИЯ» В ПОСЛОЙНОМ ФОРМООБРАЗОВАНИИ

*Витебский государственный технологический университет
Витебск, Беларусь*

В работе [1] показано одно из направлений развития технологии послойного синтеза изделий, основанное на идеологии компактного производства. В соответствии с принципами организации и функционирования компактных производственных систем [2] как эргатических комплексов, сочетающих свернутость в пространстве и времени с минимальным уровнем функционально-ресурсной избыточности, компактность производства рассматривается авторами как системное свойство, включая его финансовый, функциональный, пространственный, временной и информационный аспекты [3]. Комплексное обеспечение компактности технологического оборудования в сочетании с современной компьютерной техникой позволяет наиболее эффективно использовать наукоемкие технологии в условиях т.н. «интеллектуального производства» на малых и средних отечественных предприятиях [4]. Метод послой-

ночь синтеза гарантирует инвариантность производственной системы к сложности геометрической конфигурации (конструкции) изделия как в аспекте обеспечения габаритных размеров, так и в аспекте точности макрогеометрии поверхности за счет адаптивного управления основным параметром формообразования – толщиной слоя [5]. Конкурентоспособность продукции в большой мере определяется праксеологическим выбором материала изделия с учетом комплекса показателей эксплуатационных (прочностных), технологичности (обрабатываемости), экономичности (цены производства и потребления) [6]. В статье иллюстрируется влияние синергизма выделенных факторов компактного послойного формообразования на степень покрытия глобального множества потенциальной продукции.

Большинство объектов производства (деталей) с точки зрения их конструкции различаются не только формой, но и степенью заполнения внутреннего пространства материалом. Большинство машиностроительных деталей являются сплошными изделиями, которые представляют собой монолитные объекты, выполненные из одного материала. Иногда такие детали изготавливают из нескольких элементов, соединяемых сваркой. Более сложным внутренним строением обладают оболочковые изделия с большими внутренними полостями. Часто такие объекты состоят из каркаса и оболочки, соединенных между собой различными методами (механические соединения, пайка, сварка, клеевые соединения). В ряде случаев для изготовления таких конструкций применяют одновременно разные материалы. Группа оболочковых изделий включает автомобильные кузова, корпуса судов и практически все узлы летательных аппаратов.

Традиционное отношение к оболочковым изделиям, как к сборочным единицам, предопределяет жесткое разделение между изготовлением составляющих деталей и их последующей сборки. Такой подход приводит к различию в проектировании элементов и изделия. Иными словами разработчики отличают узел и деталь не по конструктивным, а по технологическим признакам. В действительности оболочковое (каркасно-оболочковое) изделие представляет собой целостный объект, отдельные элементы которого выполняют одно служебное назначение. Такое представление позволяет разработать единый метод конструкторского и технологического проектирования изделий. В этом случае формообразование элементов и их соединение рассматриваются как операции одного технологического процесса. Очевидно, монолитные детали, имеющие сложную пространственную форму, так же могут быть изготовлены аналогичными методами. Поэтому с целью упрощения классификации и повышения эффективности проектирования и изготовления продукции авторы предлагают использовать для отличия только конструктивные принципы и относить изделия либо к классу монолитных, либо к классу оболочковых объектов производства. Различные технологические методы изготовления в этом случае приведут лишь к измене-

нию отдельных операций технологического процесса, который в основном остается неизменным.

В ходе выполнения исследований авторами производились детали и изделия различного назначения. В качестве опытных образцов были изготовлены: прокладки для станочных и автомобильных агрегатов и бытовые разделочные доски, маркетри, приборные панели для автомобилей и каркас мини-мотолодки, лекала, шаблоны и крой для производства обуви и швейных изделий, дизайн-макеты различных машин и панелей, инвалидное кресло и стол для компьютера, литейные модели и мелкосерийная штамповая оснастка. Все изделия, производимые в условиях применения полойной формообразования, классифицированы по признаку сложности формы. Такая классификация предусматривает следующие типы изделий: плоские, рельефные, объемные сборные, объемные оболочковые, объемные сплошные [1].

К группе плоских или сложноконтурных деталей отнесены различные лекала, шаблоны, крой, прокладки и инкрустация. Детали этой группы представляют собой объекты, изготовленные из одного слоя исходного материала.

Объемные или пространственносложные изделия представляют собой объекты, форма которых имеет существенные изменения по всем координатным осям. К подгруппе сборных объемных изделий относятся выставочные стенды, мебель и т.п. Особенность такой продукции состоит в необходимости ее комплектации и сборки из нескольких отдельных деталей, относящихся к группам плоских и/или рельефных изделий (рис. 1).



Рис. 1. Объемное сборное изделие

Подгруппа каркасно-оболочковых изделий содержит тонкостенные конструкции. Причем малая толщина обшивки предопределяет увеличение жесткости этих объектов при помощи дополнительных продольных и/или поперечных элементов каркаса, которые представляют собой плоские сложноконтурные детали, относящиеся к первой группе. Такие изделия часто применяются в судостроении и авиационной технике (рис. 2).

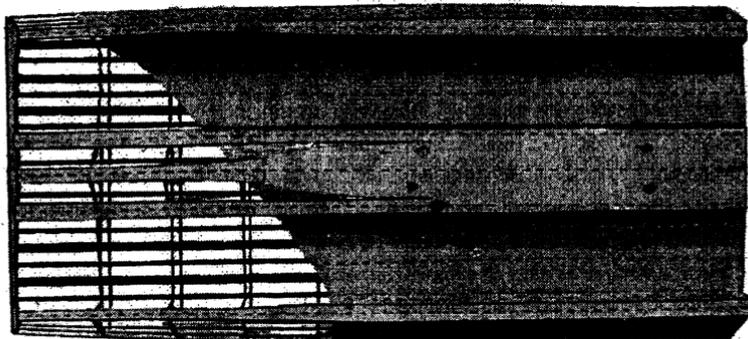


Рис. 2. Каркасно-оболочковое изделие

Третья и наиболее обширная подгруппа включает наиболее сложные объемные сплошные детали (рис. 3). Для таких деталей требуется значительно большее количество материала, чем на изготовление объектов, относящихся к другим группам. Производство сплошных деталей отличается высокой трудоемкостью. К рельефным или сложнопрофильным деталям следует отнести вывески, таблички, печати, плиты вырубных штампов, некоторые литейные модели и другие изделия. Особенность рельефных объектов связана с их многослойной конструкцией. При весьма сложном контуре по двум координатным осям (аналогично деталям предыдущей группы) по третьей оси их форма изменяется незначительно. Иными словами эти объекты собираются из нескольких фрагментов одинаковой формы и габаритов. Известный способ ламинирования (параллельное соединение слоев) служит основой изготовления сплошных изделий. Так для изготовления монолитного пуансона задней стенки опытной модели телевизионного приемника при сборке был использован метод клеевого соединения параллельных слоев исходного материала. Аналогичное изделие сложной пространственной формы – дизайн-макет корпуса швейной машины – было собрано при помощи соединений с натягом. Как и в предыдущем случае при проектировании компьютерная модель разделена на две части – рукав и основание корпуса. Основание собрано при помощи клеевых соединений, а отдельные элементы рукава с натягом устанавливались на два базирующих стержня. Весьма сложное по

форме изделие – манекен – было изготовлено с применением оригинального метода сборки без применения дополнительных операций и деталей. Защищенный патентом авторский метод соединения путем перекрестного соединения пластин сложной формы позволяет избежать дополнительных расходов на специальные операции [7].

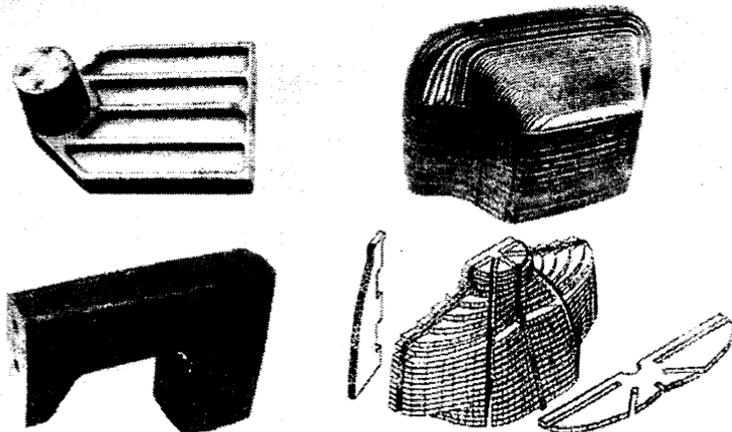


Рис. 3. Сплошные объемные изделия

При всем разнообразии изделий, описанных и показанных на соответствующих рисунках, их объединяет:

- индивидуальный тип производства;
- компьютерный метод конструирования;
- компактная технологическая подготовка;
- лазерный раскрой;
- послойный синтез и/или каркасная сборка;
- технологический инвариант плоского формообразования.

Иными словами вся эта продукция была изготовлена на одной опытно-промышленной установке с минимальным привлечением дополнительных средств на необходимую сборку цельного изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свирский Д.Н., Сухиненко Б.Н. Развитие технологии послойного синтеза в компактном производстве // Машиностроение. – Мн, 2001. –Вып. 17 – С. 140 – 144. 2. Svirsky D. Compact approach to “Rapid Production” concept realization at the small enterprise // Annals of DAAAM for 2000. – Vienna: DAAAM Int., 2000. – P. 455 – 457. 3. D. Svirsky, B. Sukhinenko Compact manufacture technological processes designing features // Proc. Int. conf. “SOP’2000”. – Krakow: PK, 2000. – P. 67 – 72. 4. Свирский Д.Н., Сухи-

ненко Б.Н. Пути эффективного внедрения лазерных технологических комплексов // Мат. 3-й междунар. конф. «ВИТТ-99».. – Мн.: БГУ, 1999. - Ч.2. – С. 195 – 197. 5. Свирский Д.Н., Сухиненко Б.Н. и др. Технологические методы устранения погрешности послойного формообразования // Инженерия поверхности и реновация изделий. – Киев: АТМУ, 2001. – С. 219 – 221. 6. Свирский Д.Н., Сухиненко Б.Н. Практико-логический подход к оценке прочности современных конструкционных материалов // Труды XXXVI Междунар. сем. «Актуальные проблемы прочности», – Витебск: ВГТУ, 2000.- Ч. 1– С. 240 – 243. 7. Патент РБ № 3091.

УДК 621.9

Е.Э.Фельдштейн

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ТОКАРНЫХ МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИНАХ И РЕЗЦОВЫХ ВСТАВКАХ

*Зеленогурский университет
Зелена Гура, Польша*

Работоспособность режущих инструментов определяется интенсивностью изнашивания режущих лезвий и возможностью их разрушения. Периоды стойкости инструментов, рассчитанные на основании первого критерия, широко известны и приведены в справочной литературе. Возможность же отказа инструментов вследствие их поломки рассмотрена в значительно меньшем объеме. Это вызвано, в частности, стохастическим характером процесса разрушения режущих лезвий и необходимостью значительного расхода инструментов. Между тем, в настоящее время получить достоверную информацию о возможности разрушения инструмента можно без дорогостоящих натуральных испытаний, на основе математического моделирования. Ниже рассматривается возможность использования метода конечных элементов (МКЭ) для прогнозирования разрушений многогранных сменных пластин сборных токарных резцов при различных условиях их работы.

В ходе моделирования пластину разбивали на ряд изопараметрических элементов, размеры которых уменьшались в направлении вершины резца. С учетом глобальной системы координат $X_0Y_0Z_0$, оси X_0 и Y_0 которой привязаны к режущим кромкам, составляющие силы резания P_x, P_y, P_z , найденные по [1], преобразовывались в $P_{X_0}, P_{Y_0}, P_{Z_0}$:

$$P_{X_0} = -(P_{y_x} + P_{x_x}); P_{Y_0} = P_{y_y} + P_{x_y}; P_{Z_0} = P_z,$$