

УДК 621.7.073-52

И.Ш. НЕВЛЮДОВ, Е.П. ВТОРОВ, С.В. СОТНИК*Харьковский национальный университет радиозлектроники, Украина***ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Рассмотрена задача выбора технологических режимов при изготовлении изделий из пластмасс. Проанализированы особенности основных факторов, определяющих технологические режимы: температура, давление и время выдержки. А также приведены методы выбора технологических режимов в процессе формообразования деталей из пластмасс. Рассмотрено характерное свойство полимерных материалов – дополнительная обработка; представлена классификация методов декоративной обработки полимерных материалов. Представлена классификация методов формообразования деталей из термопластов. Предложены методы расчета технологических режимов, которые необходимо учитывать при автоматизированном проектировании технологической оснастки.

САПР, технологическая оснастка, изделия из полимеров, выбор технологических режимов, декоративная обработка полимеров, формообразования деталей из пластмасс

Введение

Основной целью технологической подготовки производства является достижение в процессе изготовления продукции оптимального соотношения между затратами и получаемыми результатами. Одним из способов повышения эффективности технологической подготовки производства является автоматизация проектирования технологической оснастки (ТО), для этого существуют специальные САПР (система автоматизации проектных работ) [1].

В связи с этим решение задачи подготовки производства является актуальным.

На сегодняшний день потребность в изделиях из полимерных материалов возросла, что определяет ускоренный рост их производства, а появление новых высокопрочных и термостойких полимерных материалов, совершенствование процессов их переработки расширяет область применения полимеров в машиностроении, авиастроении, автомобилестроении, приборостроении, станкостроении, электротехнической, радиозлектронной промышленности и др.

1. Формулирование проблемы

Объектом исследования статьи является процесс изготовления деталей из полимерных материалов. Предметом исследования – процесс выбора технологических режимов, которые необходимо учитывать при автоматизированном проектировании технологической оснастки.

Обобщенная задача проектирования содержит в качестве параметра не только целевую функцию, но и ограничения.

Комплекс технологических возможностей производства деталей из полимерных материалов является одним из существенных факторов, влияющих на ее конструкцию, всегда присутствует, что проследживается при анализе полного жизненного цикла любого изделия: «проектирование – изготовление – эксплуатация».

Таким образом, в процессе конструирования технологической оснастки одновременно с рядом других проблем возникает проблема выбора метода обработки изделия, обеспечивающего его высокое качество и стабильность свойств в процессе эксплуатации.

Современные методы автоматизированного проектирования, в которых особое внимание уделяется подготовке моделей, расчету и оптимизации конструкций, практическому применению метода проектирования оснастки, не учитывают или не полностью учитывают выше указанные технологические особенности при проектировании [2, 3].

Решение этой задачи требует учета всего комплекса требований, предъявляемых к изделию: эксплуатационных, эстетических, технико-экономических, специальных.

2. Решение проблемы

На рис. 1, 2 приведены классификации методов переработки полимеров, которые необходимо учитывать при проектировании технологической оснастки. Характерной особенностью деталей из полимеров является, кроме необходимости их формообразования, возможность их дополнительной обработки, например, с целью обеспечения декоратив-

ных свойств. В основе процессов формообразования деталей из пластмасс лежит свойство полимерных материалов приобретать жидкотекучесть при нагреве до сравнительно невысоких температур (от 90 до 200 °С) и определенном давлении [4].

Для реализации выше приведенных методов обработки полимерных материалов и изделий из них основными факторами, определяющими технологические режимы, являются: температура, давление и время выдержки.

При выборе температуры, давления и времени выдержки при автоматизированном проектировании технологической оснастки для изготовления полимерных материалов необходимо учитывать:

- механические свойства;
- химический состав;
- функциональность полимеров.

Рациональный выбор температуры, давления и времени выдержки – для предотвращения деструкции полимерных материалов и изделий из них.



Рис. 1. Классификация методов формообразования деталей из термопластов



Рис. 2. Декоративная обработка полимерных материалов

Температура плавления некоторых полимеров зависит от размеров кристалла, ее можно рассчитать по формуле:

$$T_{пл} = T_{пл}^0 \left(1 - \frac{2\sigma}{\Delta H_{пл} L d_k} \right), \quad (1)$$

где σ – поверхностное натяжение; $\Delta H_{пл}$ – удельная теплота плавления; d_k – плотность кристалла.

Абсолютное значение равновесной температуры $T_{пл}^0$ плавления можно найти по формуле:

$$T_{пл}^0 = \frac{\Delta H_{пл}}{\Delta S_{пл}}; \quad (2)$$

где $\Delta S_{пл}$ – изменение энтропии; $\Delta H_{пл}$ – изменение энтальпии.

Рабочее усилие пресса можно рассчитать так:

$$P_{пр} = pF; \quad (3)$$

где p – удельное давление прессования; F – площадь проекции оформляющей поверхности пуансона на плоскость, перпендикулярную к направлению рабочего усилия пресса.

Полимеры также могут быть подвержены термической деструкции, скорость такой реакции зависит от температуры, энергии активации молекул и опре-

деляется уравнением Аррениуса [1]:

$$K = Ae^{-E/RT}, \quad (4)$$

где K – скорость реакции; E – энергия активации молекул; R – газовая постоянная; T – абсолютная температура; A – коэффициент, зависящий от структуры полимера.

Основные параметры технических процессов оговариваются в соответствии со стандартами на полимеры, но в каждом конкретном случае они должны быть скорректированы таким образом, чтобы структура полимера была оптимальной, а внутреннее напряжение – минимальным, чтобы предотвратить деструкцию материала [5].

Чрезвычайно важен правильный подбор температуры и давления, так как недостаточные температура и давление не обеспечивают нужной текучести, а слишком высокие могут привести к очень быстрому отверждению материала и, возможно, к «заеданию» формы [5].

Давление зависит от состава полимера. Способ пластикации полимеров влияет на однородность и вязкость расплава, что отражается на давлении и характере заполнения оформляющей полости формы расплавом [6].

Время выдержки сказывается на свойствах формируемого материала, оно должно быть рационально подобрано в зависимости от выбора материала и технологического процесса, а также оказывает существенное влияние на прочностные свойства изделий.

Приведенные расчетные соотношения могут быть использованы при разработке математического и программного обеспечения САПР.

Заключение

При автоматизированном проектировании технологическая оснастка для изготовления полимерных материалов должна обеспечивать стабилизацию и управление выше приведенными технологическими режимами для предотвращения специфических дефектов полимерных материалов, в том числе деформации, усадки материала, недополимеризации, нарушения границ разъема пресс-форм.

В результате, из множества технологических режимов выбраны параметры, обеспечивающие качество формообразования деталей из пластмасс.

Предложены методы расчета технологических режимов, которые необходимо учитывать при автоматизированном проектировании технологической оснастки.

Литература

1. Жолткевич Г.Н. Автоматизация проектирования технологической оснастки: теория и практика. – К.: Техніка, 1998. – 263 с.
2. Алямовский А.А. SolidWorks / COSMOS-Works / Инженерный анализ методом конечных элементов. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 432 с.
3. Потемкин А.Е. Твердотельное моделирование в системе КОМПАС - 3D. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 512 с.
4. Голдинг Б. Химия и технология полимерных материалов. – М.: Изд. иностранной литературы, 1963. – 656 с.
5. Lupton F.J. Some Aspects of Injection mould Design Plastics // Product design engineering. – 2006. – № 4. – P. 73.
6. Базарова Ф.Ф. Органические и неорганические полимеры в конструкциях РЭА. – М.: Сов. радио, 1974. – 160 с.

Поступила в редакцию 1.02.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.С. Ильченко, Филиал НИПКИ автоматизированных систем управления транспортом газа, Харьков.