

2. Williams, M.C. Entropy and Heat Capacity of DNA Melting from Temperature Dependence of Single Molecule Stretching / Williams, M.C., Werner, J.R., Rousina, I., Bloomfield, V.A. // Biophysical Journal. – 2001. – Vol. 80. Pp. 1932–1939.
3. Bustamante, C. Single-molecule studies of DNA mechanics / Bustamante, C., Smith, S.B., Liphardt, J. // Current Opinion in Structural Biology. – 2000. – Vol.10. Pp. 279-285.
4. Goncharenko, V.V. Integration of DNA and Bionical Engineering / Goncharenko, V.V., Loboda, P.I., Goncharenko, M.V., Verba, A.Yu., Gaydar, V.S., Heilmaier, M. // International Journal of Applied Mechanics and Engineering. – 2011. –Vol. 16, № 2. Pp. 359-369.
5. Watson, J.D. Molecular structures of nucleic acids: a structure for Deoxyribose Nucleic Acid / Watson, J. D., Crick, F. H. C. // Nature. – 1953. – Vol. 171. Pp. 737-738.
6. Saenger, W. Principles of the nucleic acid structure. – New York: Springer-Verlag, 1987.
7. Рабинович, Б.А. Безопасность человека при ускорениях (биомеханический анализ). – М., 2007. – С. 208.
8. Stapp, J.P. Space cabin landing impact vector effects of human physiology / Stapp, J. P., Taylor, E. R. // Aerospace Medicine. – 1964. –Vol. 35, № 12. P. 973.
9. Swearingen, J.J. Human voluntary tolerance to vertical impact // Aerospace Medicine. – 1960. – Vol. 31, № 12. P. 989.
10. Severin, G.I. Comprehensive approach to the problem of the crew emergency escape from flying vehicles // Aircraft safety conference. – Zhukovskiy, Russia, 1993.
11. Устройство для повышения безопасности пользователя транспортных средств: Патент № 58054 (Украина): МПК В60 R21/00; А62 В1/08 / Авторы, заявители и патентообладатели: Гончаренко В.В., Лобода П.И., Гончаренко М.В., Хайльмаер М., Верба А.Ю. – U 2010 11263; заявл. 25.03.2011, опубл. 25.03.2011; Бюл. №6. – 10.
12. Способ изготовления нелинейных многожильных пружин: Патент № 58053 (Украина): МПК В21 F35/00 / Авторы, заявители и патентообладатели: Гончаренко В.В., Лобода П.И., Гончаренко М.В., Хайльмаер М., Верба А.Ю. – U 2010 11262; заявл. 21.09.2010, опубл. 25.03.2011; Бюл. №6. – 8.

У даній роботі розглядається процес управління розташуванням відливання у формоутворювальних елементах виливних форм, представлені структура модуля управління розташуванням виробу в загальному вигляді і моделі синтезу управління

Ключові слова: технологічне оснащення, виливні форми, відливання

В данной работе рассматривается процесс управления расположением отливки в формообразующих элементах литевых форм, представлены структура модуля управления расположением изделия в общем виде и модели синтеза управления

Ключевые слова: технологическая оснастка, литевые формы, отливка

In this work the management of the casting position in the formative elements of casting molds is considered, the structure of the control module location product in general form and the synthesis of model management is presented

Key words: technological equipment, molds, casting

УДК 621.746.3:65.015.13

УПРАВЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ОТЛИВКИ В ЛИТЬЕВОЙ ФОРМЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ

С. В. Сотник

Кандидат технических наук, ассистент*

Контактный тел.: (057) 702-14-86

E-mail: tapr@khture.kharkov.ua

Е. А. Григоров*

*Кафедра технологии и автоматизации производства

Харьковский национальный университет

радиоэлектроники

пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166

Введение

Для обеспечения высокого, стабильного качества изделий и минимального количества брака при литье

под давлением (ЛПД) в ходе производственного процесса следует применять помимо различных методов контроля свойств отливок, методы контроля расположения изделий. Это связано со значительными затра-

тами и необходимостью проведения некоторых испытаний в лабораторных условиях, на основе результатов которых можно корректировать расположение формуемых изделий процесса литья.

Сложная взаимосвязь отдельных систем литьевых форм и технологических параметров затрудняет выбор соответствующего управляющего воздействия для устранения отклонения показателей отливок от заданных значений.

Для сокращения числа проверок, направленных на поддержание заданного качества формуемого изделия, необходимы контроль и регулировка тех параметров, которые непосредственно определяют форму и качество отливки, а также дальнейшую возможность ее беспрепятственного извлечения из матрицы, поддающихся измерению в ходе процесса проектирования литьевых форм (ЛФ).

Исследования, проведенные в последние годы, показали, что непосредственное влияние на качество отливки оказывают: положение плоскости разъема ЛФ; положение оси формуемого изделия; размеры формуемого изделия; наличие поднутрений [1, 2].

Такие системы имеют свои особенности оптимизации с применением методики планирования эксперимента. Предлагаемый модуль предназначен для управления рациональным расположением отливки в ЛФ при изготовлении деталей методом литья.

Основными направлениями в области автоматизированных систем проектирования технологической оснастки, являются применение комбинаторного синтеза, аппарата нечеткой логики. В то же время, эти особенности снижают эффективность проектирования. Например, использование аппарата нечеткой логики базируется на применении субъективных оценок экспертов, поэтому исходный набор нечетких правил может быть неполным или противоречивым, а вид и параметры функций принадлежности, описывающих входные и выходные переменные системы, могут не вполне отражать реальную действительность.

Как показал анализ публикаций, разработка модуля управления рациональным расположением отливки в ЛФ при изготовлении деталей методом литья с реализацией методов оптимизации и корректировкой плоскости линии разъема ЛФ в условиях изготовления изделий одного класса, но разной конфигурации является актуальной.

Управление расположением отливки в литьевой форме

Наиболее перспективными являются формы с незатвердевающей литниковой системой, поэтому, в работе будут рассматриваться горячеканальные ЛФ, одним из достоинств которых является то, что они предусматривают различное количество и расположение отливок в ЛФ.

В зависимости от конструкции формуемого изделия выбирают плоскость разъема будущей формы, расположение впускных каналов, ориентация оси изделия относительно направления его извлечения из матрицы и сталкивания с пуансона и положение поверхности замыкания ЛФ [3, 4].

Например, предотвращение гофрирования и повреждения формуемых изделий может быть достигнуто помимо рациональной ориентации оси, увеличением сцепления наружной поверхности изделия с оформляющей поверхностью полуматриц.

Так как каждый элемент поверхности формуемого изделия уменьшается, то при определении рационального расположения отливки в ЛФ также необходимо учитывать размеры этого элемента (должны быть больше заданного). Под расположением изделий в работе подразумевается определение месторасположения отливок в матрице ЛФ с учетом рационального положения оси изделия относительно плоскости разъема и горизонтальной оси литьевой машины. Для представления рационального расположения отливки предложен следующий метод, алгоритм которого приведен на рис. 1.



Рис. 1. Структура модуля управления расположением изделия в общем виде

Пусть параметры формуемых изделий известны, а технологический процесс их изготовления опишем линейным разностным уравнением:

$$X(p+1) = AX(p) + B(K_k(p) + K_n(p)) + CZ(p), \tag{1}$$

где $X(p)$ – вектор координат расположения отливки;

$K_k(p)$ – вектор управляющих воздействий;

$K_n(p)$ – вектор внешних случайных неконтролируемых смещений элементов подсистем ЛФ, которые непосредственно влияют на качество формуемых изделий и на процесс управления расположением отливки в целом;

$Z(p)$ – вектор координат расположения плоскости разъема;

A, B, C – матрицы соответствующих размерностей;

p – момент квантования по времени, $p = \overline{1, n}$.

К координатам расположения отливки также отнесем:

α , γ – линейная величина и угловое отклонение от планируемого месторасположения;

Допустим, управление на каждом шаге квантования должно минимизировать функцию удельных потерь

$$f(X(p), K_k(p), K_n(p)) = V(X(p+1), p) + \bar{f}(X(p), K_k(p), p). \quad (2)$$

где $V(\cdot)$ – функция Ляпунова;

$\bar{f}(\cdot)$ – заданная функция, которая определяет затраты времени на реализацию управления и ограничения на его величину.

$V(X(p+1))$ в выражении (2) позволяет определить качество дальнейших размещений при отсутствии воздействий.

Система управления получает информацию о положении группы изделий одной конструкции, измеряя величины

$$Y(p) = X(p) + Y(p), \quad (3)$$

$Y(p)$ – вектор погрешностей расчетов и формирует управляющее воздействие $K_k(p)$, изменяя необходимый параметр на α или γ значение.

Окружающая среда – элементы систем ЛФ (например, центрирующие элементы и т.д.) – распоряжается выбором возмущающих факторов, влияющих на формообразующие элементы (матрица и пуансон).

$K_n(p)$ и $Y(p)$ должны удовлетворять следующим ограничениям:

$$K_n(p) \in \theta_{K_n}(p), \quad Y(p) \in \theta_Y(p), \quad \forall p \geq 0. \quad (4)$$

Отсюда, регулятору необходимо выбрать такое управление $K_k(p)$, чтобы при действии $K_n(p)$ и $Y(p)$ функция удельных потерь была минимальна.

Чтобы найти $K_k(p)$ необходимо, определить $K_n(p)$ и $Y(p)$. Пусть $K_n(p)$ и $Y(p)$ будут иметь неблагоприятный характер, то есть, независимо какое управляющее воздействие $K_k(p)$ было применено регулятором, $K_n(p)$ и $Y(p)$ будут максимально ухудшать качество системы именно при выбранном $K_k(p)$.

Следовательно, необходимо определить

$$\min_{K_k(p) \in \theta_{K_k}(p)} \max_{K_n(p) \in \theta_{K_n}(p)} \max_{Y(p) \in \theta_Y(p)} \{f(\cdot)\}, \quad (5)$$

где $\theta_{K_k}(p)$, $\theta_{K_n}(p)$, $\theta_Y(p)$ – заданные множества.

Итак, последовательность синтеза управления такая: используя модели объекта (1) и соотношений (3) и (4) на каждом шаге квантования $p > 0$ строится множество $\theta_{X(p)}$ возможных положений и определяется управление $K_k(p)$, которая и станет решением модели (5).

Основной проблемой при этом будет являться – идентификация области $\theta_{X(p)}$ возможных расположений, учитывая действующие внешние возмущения и ошибок при расчетах.

На сегодняшний день существуют несколько алгоритмов определения $\theta_{X(p)}$, два из них представлены в [4].

Выводы

Таким образом, для повышения качества изделий, полученных методом литья под давлением термопластов необходимо на каждом шаге управления расположением отливки использовать некоторую множественную оценку возможного воздействия элементов систем литьевых форм, которая способствует значительному сокращению времени проектирования формообразующих элементов ЛФ. Сочетание расчета расположения отливок с экспериментальными данными для прототипов форм позволит существенно повысить качество изделий и уменьшить объем доработок элементов ЛФ.

Литература

1. Kennedy P. Development of injection molding simulation // Injection molding: Technology and fundamentals / Ed. by M.R. Kamal, A. Isayev, S.-J. Liu. Hanser, 2009. – P. 553–598.
2. Пантелеев А.П., Пантелеев А.А., Хоменко А.Ю. Избранные литьевые формы / Под ред. А.П. Пантелеева. – «Научные основы и технологии», 2010. – 400 с.
3. Невлюдов И.Ш. Решение задачи оптимизации расположения поверхностей разъема литьевой формы в САПР / И.Ш. Невлюдов, Е.П. Второв, С.В. Сотник // Новые технологии в машиностроении. «ХАИ». – 2008. – № 3(54). – С. 95–100.
4. Лычак М.М. Идентификация и оценивание состояния объектов управления на основе множественного подхода / М.М. Лычак // Проблемы управления и информатики. – 1999. – № 5. – С. 34–41.