

ровано на $\Delta r = (0.1 \dots 0.05) t_{рез} = 0.2 \dots 0.1$ мм.

В дальнейшем будет рассмотрен вопрос о законе изменения Δr .

Выводы

В процессе комбинированной режущо-деформирующей обработки нежесткой детали типа «полый цилиндр» происходит деформация поперечного сечения детали под действием перерезывающей силы, но величина деформации настолько мала, что в дальнейших расчетах ей можно пренебречь.

Литература

1. Анкин А.В. Повышение производительности и качества комбинированной обработки нежестких валов. Дисс. ... к.т.н., М., МАМИ, 1993.
2. Максимов Ю.В. Исследование условий обеспечения качества обработки нежестких валов. Дисс. ... к.т.н., М., МАМИ, 1981, 310 с.
3. Максимов Ю.В. Обеспечение качества и производительности обработки нежестких валов применением технологических систем с дополнительными контурами связи. Дисс. ... д.т.н., М., МГТУ «МАМИ», 2000.
4. Папшев Д.Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием. М.: Машиностроение, 1978.- 152 с.
5. Смелянский В.М. и др. Размерное совмещенное обкатывание детали. // «Станки и инструмент», № 11, 1981, С. 35-36.
6. Тимошенко С.П. Теория колебаний в инженерном деле. ГНТИ, М.-Л., 1931.- 344 с.
7. Чистосердов П.С. Управление точностью обработки при совмещении резания и ППД. // «Вестник машиностроения», № 11, 1985, С. 54-57.

К вопросу об оптимизации условий обработки для высокоскоростных технологических систем

к.т.н., доц. Михайлов В.А., Шершаков Н.А.
МГТУ «МАМИ»

Исследования направлены на изучение наиболее эффективных систем управления условиями обработки как на стадии конструкторско-технологической подготовки производства, так и в процессе эксплуатации оборудования. Применение метода иерархического параллельно-последовательного композиционного проектирования и управления технологическими системами с использованием для принятия решения функции качества обеспечивает: повышение точности конструкторско-технологических решений при создании высокоточных и надежных технологических систем с высоким ресурсом работы, требуемую точность управления рабочими процессами, а также сокращение времени на подготовку управляющих программ и уменьшение затрат на проверку решений.

В сложившейся экономической ситуации нельзя рассчитывать на способы подъема конкурентоспособности производства, основанные только на привлечении больших капитальных средств. Известно, например, что наибольшую отдачу дают методы повышения качества, ориентированные на усовершенствование организации жизненного цикла изделия (ЖЦИ). К числу таких методов относятся, прежде всего, информационные технологии. В этих условиях традиционный, последовательный подход к разработке новых изделий и управления технологическими процессами уступает место другому, получившему название «Иерархического параллельно-последовательного метода проектирования, управления, эксплуатации и восстановления». Эта технология является принципиально новой, и ее базой является интегрированный подход, как к разработке технологических процессоров, так и к обеспечению жизненного цикла изделия (ЖЦИ). В основе технологии лежит идея совмещенного проектирования изделия, а также процессов его изготовления и сопровождения, координируемая с помощью специально создаваемой для этой цели распределенной информационной среды, которая и позволяет экономить не только время (время сокращается на 25-

50%), но и средства за счет повышения качества изделий, сокращения изменений (в два-три раза), вносимых в технологическое обеспечение на стадии изготовления и упрощения обслуживания технологических систем /ТС/. Эффективность этой технологии по сравнению с технологией последовательного проектирования объясняется следующими соображениями. Рассматриваемая технология предполагает согласованное проектирование и управление системой «изделие – технологический процесс – производственная система (оборудование – люди)». Соответственно информационной основой технологии является единая информационная модель «изделие – технология – оборудование». Основными составляющими рассматриваемого подхода являются: распределенная компьютерная архитектура, обеспечивающая синхронизацию, оптимальное планирование и обработку информации на отдельных стадиях ЖЦИ; совокупность инструментальных программных средств (CASE – технология), которые обеспечивают быстрое компьютерное макетирование и многокритериальную оптимизацию при проектировании, позволяющую достичь эффективного соотношения проекта, производства и цены изделия при соблюдении жизненно важных ограничений; унифицированное и всестороннее представление всей требуемой при проектировании и производстве информации, которая может быть интерпретирована и проанализирована в соответствии с потребностями пользователя.

Решение проблемы повышения точности и качества изготовления элементов транспортных устройств возможно только на основе совершенствования методов определения статических и динамических показателей качества технологических систем, а также методов компенсации возникающих погрешностей обработки. Разработанный технологический процессор использует метод иерархического параллельно-последовательного создания и управления технологическими системами на основе применения нечетких решений, что позволяет формировать на основе типовых моделей-модулей модели технологических систем. При этом учитывается замкнутость технологической системы. Для проверки эффективности разработанной методологии выполнена оценка точности обработки деталей транспортных устройств на токарных станках с ЧПУ.

В процессе проектирования или управления ТС возможно применение самонастраивающейся системы с определением параметров объектов с помощью подстраиваемых моделей. Выбор такой системы обусловлен сложностью процессов быстроизменяющихся по времени, требующих максимально точных реакций САУ на изменения. От точности и быстродействия САУ зависит в итоге точность и качество обработанной детали.

Возможны две схемы построения самонастраивающихся систем, основанных на определении параметров управляемых объектов методом подстраиваемых моделей.

Первый вариант системы – это самонастраивающаяся система с определением параметров методом наименьших квадратов и градиентным методом. Структурная схема систем показана на рис. 1.

Система состоит из управляемого технологического объекта с априорно известной структурой, заданной передаточной функцией:

$$W_M(z) = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} b_j^* z^j}{k - 1 \sum_{i=0}^{k-1} a_j^* z^j}, \quad (1)$$

и вычислительного устройства (ВУ).

Работа ВУ в такой системе определяется тремя параметрами и состоит в следующем. На основании информации о состоянии управляемой ТС и о входном воздействии цифровой вычислитель формирует управляющие сигналы $u(n)$ в соответствии с уравнением регулятора, который представлен на схеме передаточной функцией общего вида:

$$W_p(z) = \frac{\sum_{i=0}^{k+r-s-1} c_i z^i}{(z-1)^{r-s} (z^{k-1} + \sum_{j=0}^{k-2} d_j z^j)} \quad (2)$$

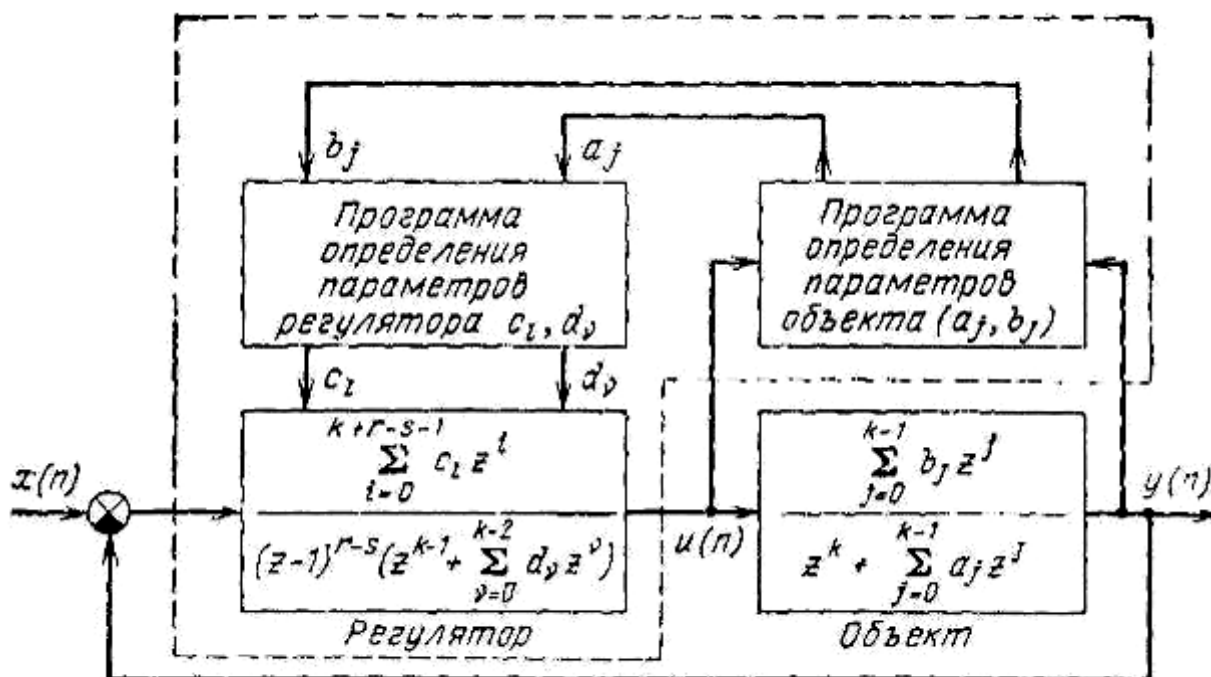


Рис. 1. Структурная схема самонастраивающейся системы с определением параметров методом наименьших квадратов.

При изменении параметров управляемой ТС требуется соответствующее изменение коэффициентов c_i и d_j . Для вычисления последних необходимо знать в каждый момент времени значения коэффициентов a_i и b_j дискретной модели ТС, определяемой передаточной функцией. Задачи определения a_i и b_j решается микроконтроллером-вычислителем в соответствии с алгоритмом метода наименьших квадратов. Для этой цели в микроконтроллер вводятся значения управляющего сигнала $u(n)$ и выходной переменной объекта $y(n)$.

После определения a_i и b_j решается задача вычисления новых значений параметров регулятора в соответствии с алгоритмами решения линейных алгебраических уравнений. Поскольку определение параметров объекта методом наименьших квадратов также сводится к решению линейных алгебраических уравнений, то работа микроконтроллера при решении этих задач может осуществляться по единой программе.

Корректировка параметров регулятора (параметров алгоритма формирования управляющей функции) может производиться периодически или эпизодически. Необходимость использования того или иного режима работы самонастраивающейся системы определяется в каждом конкретном случае в зависимости от характера изменения параметров управляемых ТС и специфики их практического применения.

При определении параметров объекта по измерениям реальных значений его выхода и входа, как это имеет место в рассматриваемой системе, имеется возможность автоматически учитывать возмущения, действующие на ТС. Это осуществляется в системе через вычисляемые коэффициенты a_i и b_j передаточной функции объекта и значения коэффициентов c_i и d_j регулятора. При периодической (на каждом такте управления) корректировке параметров регулятора система управления будет стремиться ликвидировать действующие возмущения.

Второй вариант системы – это самонастраивающаяся система с определением параметров управляемых ТС с помощью моделей, подстраиваемых градиентным способом.

Примем, что структура регулятора известна и задана оператором:

$$W_p(E) = \frac{\sum_{i=0}^{k+r-s-1} c_i E^i}{(E-1)^{r-s} (E^{k-1} + \sum_{j=0}^{k-2} d_j E^j)} \quad (3)$$

Для осуществления настройки регулятора используется дополнительная модель желаемого процесса, которая представлена на схеме оператором желаемой замкнутой системы:

$$\phi(E) = \frac{\sum_{v=0}^{k-1} \alpha_v E^v}{E^k + \sum_{v=0}^{k-1} \beta_v E^v} \quad (4)$$

где: α, β – постоянные числа, значения которых определяют желаемое протекание переходных процессов в системе при обработке входных воздействий $x(n)$.

Модель желаемого процесса формируется микроконтроллером системы. На ее вход поступает такое же воздействие $x_{ж}(n)$, какое поступает на вход реальной системы управления. Выходная переменная модели $y_{ж}(n)$ сравнивается с выходом $y_{ж}(n)$, и рассогласование:

$$\xi(n) = y_{ж}(n) - y(n), \quad (5)$$

используется для осуществления настройки параметров регулятора заданной структуры.

Цель настройки состоит в том, чтобы приблизить переходные процессы в реальной системе к процессу:

$$y_{ж}(n) = \Phi(E)x(n). \quad (6)$$

Выбирая за меру качества настройки величину:

$$F = Q(E) \cdot \psi(\xi), \quad (7)$$

получим законы изменения параметров регулятора от параметров c и d :

$$W_p(E) = W_p(E, c, d). \quad (8)$$

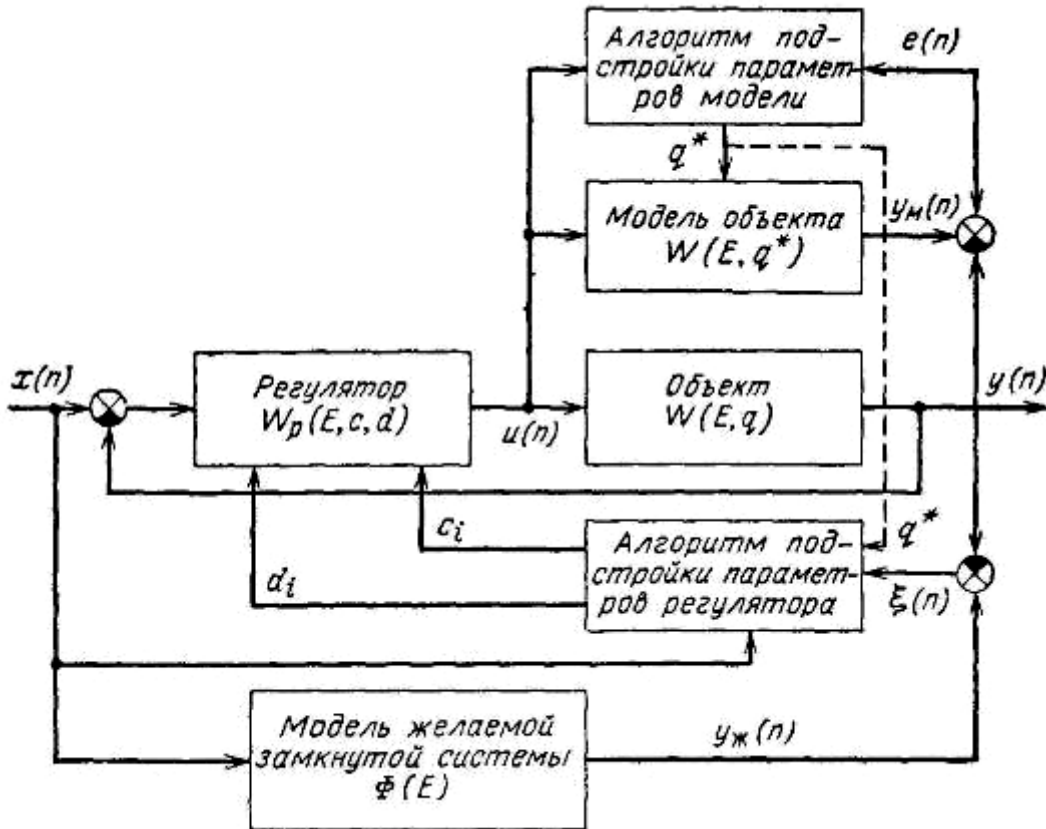


Рис. 2. Структурная схема самонастраивающейся системы с определением параметров градиентным методом.

Тогда, в соответствии с рис. 2 имеем:

$$y(n) = W_p(E, c, d) \cdot W(E, q) \cdot [x(n) - y(n)].$$

Поскольку рассогласование $\xi(n)$ зависит от настраиваемых параметров, то мера F есть функция этих параметров, $F = F(c, d)$. Следовательно, для градиентного способа настройки законы изменения параметров регулятора можно записать в виде

$$c(n+1) = c_i(n) + \gamma \frac{\partial F(c, d)}{\partial c_i}, i = 0, 1, \dots, k + r - s - 1,$$

$$d_j(n+1) = d_j(n) + \gamma \frac{\partial F(c, d)}{\partial d_j}, i = 0, 1, \dots, k - 1,$$

$$(\gamma < 0).$$

Принимая во внимания (1.1) и (1.2) найдем разностные уравнения:

$$c(n+1) = c_i(n) + \gamma Q(E) \left[\frac{\partial \phi(\xi)}{\partial \xi} \phi_{c_j}(E, c, d, q) x(n) \right]$$

$$d_j(n+1) = d_j(n) + \gamma Q(E) \left[\frac{\partial \phi(\xi)}{\partial \xi} \phi_{d_j}(E, c, d, q) x(n) \right],$$

где обозначено:

$$\phi_{c_j}(E, c, d, q) = \frac{\partial \phi(E, c, d, q)}{\partial c_i}$$

$$\phi_{d_j}(E, c, d, q) = \frac{\partial \phi(E, c, d, q)}{\partial d_i}$$

При этом

$$\phi(E, c, d, q) = \frac{W_p(E, c, d)W(E, q)}{1 + W_p(E, c, d)W(E, q)}$$

представляет собой оператор замкнутой системы.

Из (1.4) следует, что для реализации алгоритма настройки параметров регулятора необходимо знать параметры объекта q . Определение этих параметров осуществляется с помощью специального алгоритма:

$$q_i^*(n+1) = q_i^*(n) + \lambda P(E) \left[\frac{\partial \phi(e)}{\partial e} W_i(E, q^*) u(n) \right]$$

$$\lambda < 0,$$

$$W_i(E, q^*) = \frac{\partial W(E, q^*)}{\partial q_i^*}$$

Решение рассматриваемой задачи выполнено в результате создания комплексной вычислительной структуры, объединяющей систему MSCvisualNastran с системой MATLAB. Это стало возможно благодаря использованию модуля Vnplant, интегрированному в среду Simulink системы MATLAB. Модуль предназначен для построения систем управления моделями, созданными в системе MSCvisualNastran.

В результате рассматриваемого подхода разработана система управления приводом, как главного движения токарного модуля, так и подачи, обеспечивающая постоянную скорость резания и подачи. Исследования направлены на изучение наиболее эффективных систем управления условиями обработки на стадии конструкторско-технологической подготовки производства.

Этапы построения модели приняты следующими. На первом этапе создается из библиотеки типовых моделей модулей твердотельная модель шпинделя, патрона, обрабатываемой детали, суппорта, резцедержателя и резца с учетом электродвигателей. Эти модели достаточно точно отражают детали и узлы токарного модуля на базе станка 16К20Ф3 с системой

ЧПУ НЦ-31. На втором этапе модель экспортируется в среду MSCvisualNastran. В MSCvND на узлы и сопрягаемые детали накладываются связи и граничные условия в соответствии с реальными условиями работы ТС. На третьем этапе создаются в структуре Simulink системы MATLAB разработанные системы управления. На четвертом этапе выполняется моделирование системы «ТС – процесс резания – система управления».

Результаты моделирования представлены на рисунке 3.

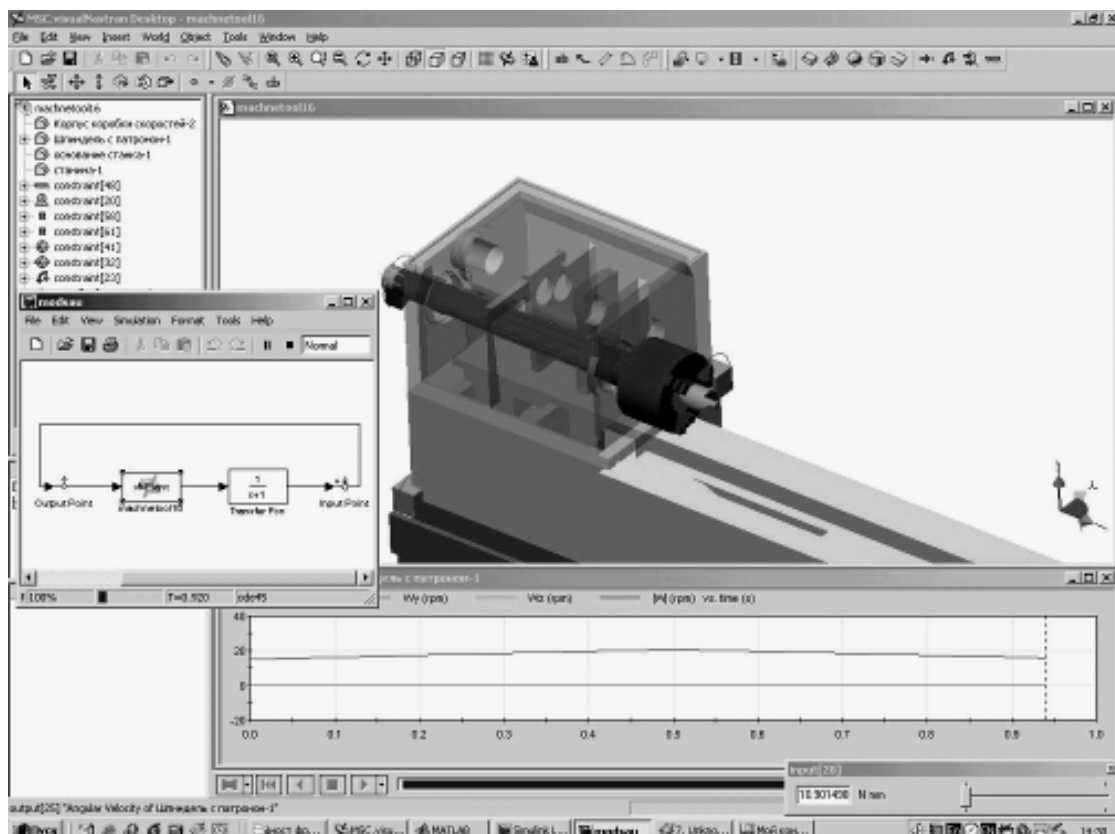
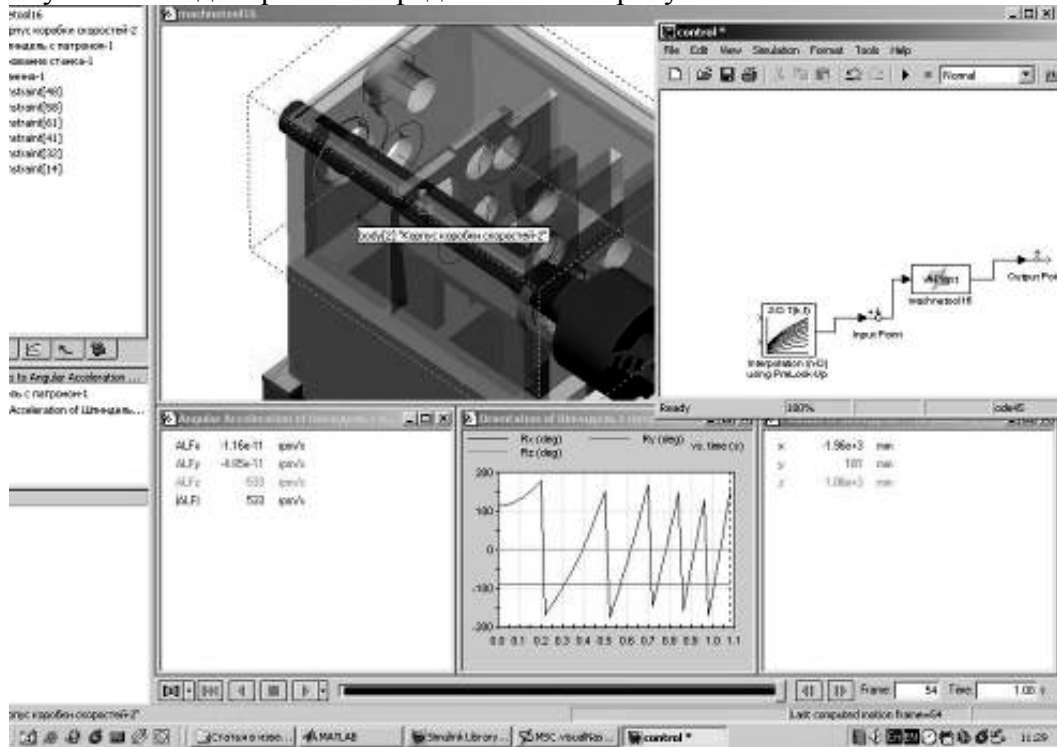


Рис. 3. Результаты моделирования технологической системы.

Выводы

Применение метода иерархического параллельно-последовательного композиционного проектирования и управления технологическими системами с использованием для принятия решения функции качества обеспечивает: повышение точности конструкторско-технологических решений при создании высокоточных и надежных технологических систем с высоким ресурсом работы, требуемую точность управления рабочими процессами, а также высокое качество изготовления деталей на автоматизированном оборудовании с управлением от ЧПУ или контроллерами, сокращение времени на подготовку управляющих программ и уменьшение затрат на проверку решений. В результате рассматриваемого подхода разработана система управления приводом, как главного движения токарного модуля, так и подачи, обеспечивающая постоянную скорость резания и подачи.

Литература

1. Михайлов В.А. Технологические принципы построения роботизированных обрабатывающих модулей. Проектирование оптимальных технологических систем машин. М. Машиностроение. 1989. 192 – 211 с.
2. Михайлов В.А. Моделирование неоднородных технологических систем при композиционном проектировании. Сб. докладов на международном симпозиуме "Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки кадров". МГТУ МАМИ. 2001. 6 с.

Динамические вязкоупругие свойства конструкционных полимерных материалов на основе поликарбоната

доц. Нижегородов В.В.
МГТУ «МАМИ»

Методами акустической спектроскопии проведены исследования динамических вязкоупругих свойств конструкционных материалов на основе поликарбоната. Исследования, проводились методом свободных крутильных колебаний на низкочастотном акустическом спектрометре, выполненном на базе обратного крутильного маятника. В процессе измерения определялись динамический модуль сдвига G' и тангенс угла механических потерь $tg\delta$. Измерения проводились в широком интервале температур от -180 до 200°C . Показано, что понижение ударной вязкости в низкотемпературной области связано с различием в химическом строении и введением модификатора удара.

В автомобилестроении и других областях техники широкое применение получил конструкционный полимерный материал, созданный на основе смеси полимеров поликарбоната (ПК) и полибутилентерефталата (ПВТ), известный под маркой Хеноу. В качестве аналога Хеноу создан отечественный конструкционный материал Пластизар 74-Л, в котором в качестве исходных компонентов использовались полимеры ПК и полиэтилентерефталат (ПЭТ). Оказалось, что по механическим свойствам Пластизар 74-Л не только не уступает Хеноу, но по некоторым параметрам, таким как ударная вязкость (прочность) превосходит Хеноу в довольно широком интервале температур. Однако при понижении температуры ударная вязкость Пластизар 74-Л уменьшается быстрее, чем у Хеноу, и при температуре $T = -50^\circ\text{C}$ становится ниже ударной вязкости Хеноу, что приводит к ограничению эксплуатационных возможностей данного материала.

Целью данной работы явилось выяснение причин более быстрого уменьшения ударной вязкости Пластизар 74-Л при понижении температуры по сравнению с Хеноу.

Ответственным за высокую ударную вязкость полимеров является наличие интенсивных вторичных переходов в стеклообразном состоянии, обусловленных локальной подвижностью групп или звеньев основной цепи или подвижностью боковых групп, причем первые играют более важную роль в возрастании ударной вязкости, чем вторые [1]. В этом случае часть энергии разрушения, прикладываемая к образцу, будет расходоваться на локальные движения фрагментов макромолекул. Поэтому полимеры, имеющие большие механические