

$$E_n = \sqrt{\alpha_n^2 + b_n^2}, \quad \psi_n = \arctg(\alpha_n / b_n), \quad (4)$$

где n – номер гармоники, α_n, b_n – коэффициенты Фурье, E_n, ψ_n – амплитуда и фаза n -й гармонической составляющей. Знак минус в формуле (3) берется при $H_0 \geq H_c$. Однако формулу (1) можно разложить на гармонические составляющие с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ) [2].

$$E_n = \sqrt{\hat{a}_n^2 + \hat{b}_n^2}, \quad \psi_n = \arctg\left(\hat{a}_n / \hat{b}_n\right), \quad (5)$$

$$\hat{a}_n = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N x_i \cos 2\pi n_i / N, \quad \hat{b}_n = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N x_i \sin 2\pi n_i / N, \quad (6)$$

где N – число дискретизаций, x_i – величина i -й дискретизации, i – номер дискретизации.

Из набора гармоник, полученных по результатам измерений на трубах, помещенных в накладной или проходной преобразователь, специальными методами выбирают наиболее информативные гармоники (их фазы или амплитуды). При этом трубы на этапе настройки выбирают как с дефектами так и без дефектов.

Проведенные исследования на трубах диаметром 119 мм показали высокую чувствительность метода к изменениям геометрии трубы и присутствию дефектов нарушения сплошности.

Список литературы

1. Зацепин Н.Н., Шапоров Б.Д. Нелинейные процессы в ферромагнетике, перемагничиваемом продольным полем. – Минск, 1974.
2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – М., 1974.

ОБЪЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Ильющенко Н.В., Уланович А.В., Селезнев В.А.

Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского, Брянск, e-mail: nik_vladimirovich@mail.ru

Традиционная технология получения отливок выполняется по схеме – разработка конструкторской документации, изготовление мастер-модели, изготовление песчаной формы и её заливка расплавом металла. Наиболее трудоемкой частью этого процесса является изготовление мастер-моделей в соответствии с требованиями к будущей отливке. Изготавливают мастер-модели по-разному: на одних предприятиях детали фрезеруют из пластмасс, мягких металлов или дерева на станках с ЧПУ, на других – изготавливаются вручную мастерами-модельщиками. Но все эти методы требуют задействования производственных мощностей, использования высококвалифицированного ручного труда и, как правило, больших временных затрат. В современных условиях имеется возможность быстро, качественно и недорого изготавливать мастер-модели новых изделий для последующего получения отливок – это технологии быстрого прототипирования [2].

Быстрое прототипирование (Rapid Prototyping, RP) – это послойное построение физической модели (прототипа) в соответствии с геометрией CAD-модели. Основное отличие этой технологии от

традиционных методов изготовления заключается в том, что изделие создается не отделением материала от заготовки, а послойным наращиванием материала, составляющего модель, включая входящие в нее внутренние и даже подвижные части. Весь процесс выполняется на специально разработанных для этой цели устройствах – 3D-принтерах.

Модели, выполненные методом RP, могут изготавливаться из различных материалов (в зависимости от применяемой в оборудовании технологии). В 3D принтерах применяются различные моделирующие материалы: пластики ABS, ABS Plus, ABS-M30 и ABS-M30i, поликарбонат PC, пластик из смеси PC и ABS, полифенилсульфон PPSF (PPSU). Преимущество всех этих материалов в том, что они используются и в производстве конечных продуктов, а значит, отличаются точностью изготовления, прочностью и термостабильностью, не деформируются, не дают усадку и не впитывают влагу. Процессы построения в значительной степени автоматизированы и позволяют получать качественные и сравнительно недорогие модели, затрачивая на их изготовление часы, а не дни и недели, как это было при использовании традиционных методов.

Наиболее экономичным методом получения мастер-моделей для литейного производства является технология Fused Deposition Modeling (FDM) – укладка расплавленного материала. Принцип создания моделей-прототипов по технологии FDM заключается в послойном наращивании расплавленной до полужидкого состояния полимерной нити в соответствии с геометрией математической модели детали, разработанной в системе CAD. Математическая модель передается в формате STL в специальное программное обеспечение Insight, которое автоматически оптимально ориентирует ее относительно рабочей зоны установки и разбивает на горизонтальные слои. Затем в Insight (тоже автоматически) определяется необходимость применения поддерживающих элементов для нависающих частей модели. Сгенерированные данные передаются на установку, и начинается процесс послойного создания модели [1].

Для создания компьютерных 3D-прототипов будущих мастер-моделей можно использовать различные компьютерные графические редакторы позволяющие выполнять объемное 3D-моделирование и сохранять изображение в формате STL. Оптимальным вариантом будет применение интегрированных конструкторско-технологических систем, применяемых на большинстве предприятий и позволяющих помимо моделирования решать и технологические задачи вплоть до программы для реализации на станке с ЧПУ [3]. В системах компьютерной инженерной графики есть возможность производить проектирование по принципу «компьютерного инжиниринга» когда первоначальным источником информации для дальнейшей разработки является либо уже созданная или создаваемая разработчиком объемная модель изделия (см. рис. 1).

Технология получения мастер-моделей и отливок приводится на рис. 2. Весь процесс включает в себя разработку 3D модели, с получением математических параметров модели в абсолютной системе координат, что исключает погрешность размерных цепей ещё на этапе проектирования. За тем следует разработка технической документации по методике «компьютерного инжиниринга» в соответствии с нормами ЕСКД и ЕСТД включающая в себя 2D чертежи. Далее применяется технология прототипирования с использованием 3D принтера, на котором и создаются мастер-модели из ABS-пластика.

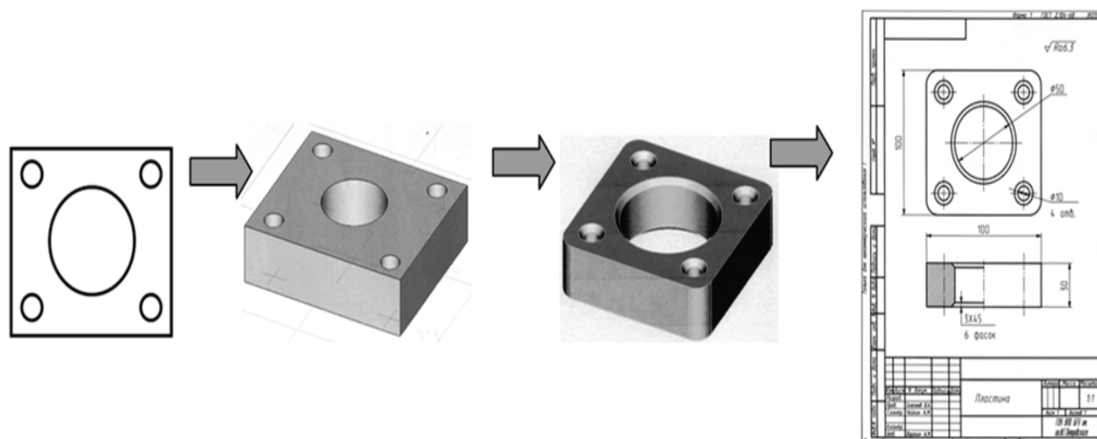


Рис. 1. Схема метода «компьютерного» инжиниринга при разработке чертежа изделия в модуле CAD:
 а – 2D шаблон; б – 3D модель; в – редактирование 3D модели;
 г – чертеж изделия (разработка выполнена с помощью графического редактора программы ADEM 8.1)



Рис. 2. Технология получения мастер-моделей и отливок

Следующим шагом является применение полуформ, заполняемых формочной смесью, для осуществления литья в песчаные формы. Производится сборка ящика с полуформами и следует процесс заполнения расплавом металла песчаной формы. После извлечения отливки из полуформ применяется пескоструйная установка для очистки полученной детали от остатков формочной смеси и последующее удаление литниковой системы. На заключительном этапе следует технический контроль геометрических параметров полученной детали.

Пример использования технологии прототипирования в литейном производстве выявил неоспоримые преимущества – модели из ABS обеспечивают повышенную точность, упрощают подготовительные и вспомогательные операции, сокращаются сроки из-

готовления и затраты на оснастку. При изготовлении небольших партий изделий применение моделей из ABS дает ряд преимуществ, по сравнению с традиционной технологией литья по моделям из восковой массы:

- значительно сокращается время подготовки производства литья, поскольку отпадает необходимость проектирования и производства оснастки для изготовления восковых моделей;
- прочность и термостабильность ABS упрощают требования к транспортировке моделей;
- появляется возможность создания тонкостенных деталей;
- расширяется область применения конечной продукции за счет возможности изготовления более точных моделей;

– достигается большая экономичность при мелко-серийном производстве.

Предложенная технология реализуется в учебном цехе «Промышленной компании «Бежицкий сталелитейный завод» при подготовке квалифицированных рабочих для металлургического производства.

Список литературы

1. Ильющенко Н.В., Селезнев В.А., Уланович А.В. Электронный информационный образовательный ресурс: «Объемное компьютерное 3D моделирование изделий и их изготовление из пластика методом прототипирования» Свидетельство о регистрации электронного ресурса ОФЭРНиО РАО ГАН №18466 от 24.07.2012.

2. Ильющенко Н.В., Уланович А.В., Селезнев В.А. Компьютерные 3D технологии и прототипирование при разработке и изготовлении моделей технических устройств. В кн.: Научное сообщество студентов XXI столетия: материалы III студенческой международной заочной научно-практической конференции. Часть IV. (23 мая 2012 г.) – Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. – С. 147-153.

СРЕДСТВА синхронизации потоков, КРИТИЧЕСКИЕ СЕКЦИИ И ТУПИКИ

Клименко М.А., Трухан Д.А.

ФБГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Армавир,
e-mail: mikhail.klimienko@mail.ru

Параллельные вычисления – способ организации компьютерных вычислений, при котором программы разрабатываются как набор взаимодействующих вычислительных процессов, работающих параллельно (одновременно).

С точки зрения операционной системы существуют 2 основных способа реализации параллельных вычислений: многозадачность и многопоточность.

Многозадачность означает, что каждый вычислительный процесс может быть реализован в виде процесса операционной системы

Многопоточность – это свойство операционной системы или приложения, состоящее в том, что процесс, порождённый в операционной системе, может состоять из нескольких потоков, выполняющихся по независимому пути исполнения, одновременно с другими потоками.

Многопоточность не следует путать ни с многозадачностью, ни с многопроцессорностью, несмотря на то, что операционные системы, реализующие многозадачность, как правило реализуют и многопоточность.

Многопоточность применяется во многих программах, поскольку при выполнении некоторых задач разделение процесса на потоки помогает достичь более эффективного использования ресурсов вычислительной машины.

При создании многопоточных приложений необходимо контролировать взаимодействие отдельных потоков. Большинство ошибок при работе с потоками возникает из-за того, что во время работы приложения различные потоки пытаются обратиться к одним и тем же данным. Для предотвращения подобной ситуации в ОС Windows (и в других операционных системах) существуют средства синхронизации, которые позволяют контролировать доступ к разделяемым ресурсам.

Средства синхронизации ОС Windows включают такие методы взаимодействия потоков, как взаимное исключение (мьютексы), семафоры, критические секции и события.

Приложение, обладающее возможностью наглядной демонстрации работы различных методов синхронизации нескольких потоков, было бы полез-

но начинающим программистам для более полного и глубокого понимания принципов работы многопоточного приложения, однако существует небольшое количество таких программных продуктов.

В связи с вышеуказанной проблемой была предпринята попытка написания программы с удобным пользовательским интерфейсом и возможностью изучения каждого из методов синхронизации.

В качестве языка программирования был выбран C#, так как платформа .Net Framework и язык C# предоставляют удобные встроенные средства для реализации следующих блокировок:

- синхронизирующая блокировка Lock;
- синхронизирующая блокировка Monitor;
- синхронизация с помощью класса Mutex;
- синхронизация с помощью класса Semaphore;
- синхронизация с помощью класса Event.

Алгоритм работы программы основан на увеличении значения общей переменной десятью различными потоками, выполняющимися одновременно.

Для реализации алгоритма были созданы следующие классы:

Counter – класс, в котором не используется синхронизация;

CounterLock – класс, в котором используется метод синхронизации Lock();

CounterMonitor – класс, в котором используется метод синхронизации Monitor();

CounterMutex – класс, в котором используется метод синхронизации Mutex();

CounterSemaphore – класс в котором используется метод синхронизации Semaphore();

CounterEvent – класс в котором используется метод синхронизации Event().

Каждый класс имеет 2 переменные:

int _count – инкрементируемая переменная;

int _evenCount – количество четных чисел из всех _count.

Также каждый класс имеет 1 метод void UpdateCount(), который увеличивает переменные _count и _evenCount и применяет соответствующую блокировку.

В программе были созданы следующие методы:

void UpdateCount(object param);

void UpdateCountLock(object param);

void UpdateCountMonitor(object param);

void UpdateCountMutex(object param);

void UpdateCountSemaphore(object param);

void UpdateCountEvent(object param).

Каждый из этих методов создает класс с соответствующей блокировкой и увеличивает в нем переменные _count и _evenCount в диапазоне от [a,b]. Где a, b – глобальные переменные, задающие диапазон изменения переменных _count и _evenCount.

Для организации вычислений в программе используются обработчики кнопок, использующие описанные выше классы и методы. Каждый метод создает 10 потоков одновременно изменяющих значение общей переменной _count. Результаты вычислений выводятся на форму.

В приложении необходимо задать диапазон значений, в котором может изменяться переменная count. По умолчанию значения переменной count изменяются в диапазоне от 0 до 100 000.

В однопроцессорной (одноядерной) системе многопоточный код выдаст результат, равный произведению 100 000 на число потоков.

При выполнении программы на многопроцессорной (многоядерной) системе без блокировки полученный результат будет отличаться от заданного значения (рис. 1).