



The ways of projection of chill auxiliaries used at development of foundry technologies are described. The structure of informational complex for carrying out of engineering calculation methods of chill auxiliaries is presented.

А. Н. ЧИЧКО, Т. В. МАТЮШИНЕЦ, БНТУ

УДК 669.27:519

О ПРОБЛЕМАХ РАЗРАБОТКИ САПР ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОКИЛЬНОЙ ОСНАСТКИ

Одной из важнейших задач литейного производства является задача разработки и внедрения компьютерных технологий в технологическую цепочку изготавливаемой продукции. Эта задача очень актуальна для предприятий, на которых разрабатывается кокильная оснастка. В частности, это касается использования различных методик, применяемых при проектировании кокилей. Инженеры-литейщики, разрабатывая технологию изготовления новой отливки на стадии подготовки и планирования производства в условиях неопределенности физической картины течения расплава в каналах кокильной оснастки, в значительной степени полагаются на собственный опыт, основанный на спроектированных и опробованных аналогах оснастки. Однако в общем случае нет гарантий того, что один тип литниковой системы или конструкции кокиля обеспечит необходимый результат даже для двух аналогичных отливок. Это связано с тем, что понятие аналога у каждого технолога может быть различным и чем сложнее отливка, тем сложнее принять решение по классификации отливки. Эта проблема может быть довольно сложной в условиях, когда необходимо выбрать литниковую систему или место подвода металла. Если учесть, что работающие литниковые системы часто далеки от оптимальных, то технолог часто закладывает «ошибку» в литниковую систему, выбирая прототип среди известных и уже используемых технологических решений. Возможна и такая ситуация, когда выбранное техническое решение является оптимальным с точки зрения брака литейной продукции, но неэффективно по материалам и энергоносителям [1].

Следует отметить, что в настоящее время в связи с активным развитием компьютерных технологий, вычислительной техники и станков с ЧПУ можно использовать технологии трехмерного моделирования на этапе подготовки и планирования производства [2].

Возможность строить трехмерные модели отливок и оснастки, проводить по ним расчеты и обрабатывать детали появилась достаточно давно. Однако лишь в последнее время появились доступные по цене программы объемного трехмерного моделирования, производительные компьютеры, способные решать задачи моделирования в кратчайшие сроки.

Алгоритм работы инженера на стадии разработки литейной технологии, проектирования и изготовления литейной оснастки при активном использовании прогрессивных CAD, CAE технологий включает в себя следующие этапы:

- получение от заказчика чертежа детали или отливки;
- разработка литейной технологии, разработка и построение в CAD-системе твердотельного моделирования отливки [3] и согласование с заказчиком электронного или бумажного чертежа отливки;
- конструирование и проектирование оснастки в CAD-системе (Solid Works 2006, Autodesk Inventor и др.);
- при необходимости анализ и оптимизация технологии и конструкции оснастки с помощью системы математического моделирования литейных процессов;
- обработка формообразующих поверхностей оснастки на станках с ЧПУ;
- изготовление простых элементов оснастки на универсальном оборудовании;
- сборка оснастки.

Такой подход к разработке и изготовлению кокильной оснастки вполне может считаться альтернативой традиционным методам изготовления оснастки и обладает следующими преимуществами: значительно сокращается стоимость изготовления оснастки; срок изготовления кокильной оснастки любой сложности составляет около 2–3 недель в обычном режиме работы; существенно повышаются качество и точность изготавливаемой

кокильной оснастки. Однако этот подход имеет существенный недостаток – человеческий фактор. Можно предложить новый подход к решению задач проектирования кокильной оснастки, основанный на применении системы синтеза технологии кокильного литья.

Применение систем синтеза технологии позволит высвободить время технолога для решения действительно творческих задач, существенно снижает процент ошибок. Программное обеспечение для генерации технологических параметров в качестве конечного результата выдает технологические, в том числе и геометрические параметры технологии. Такая система (если она автоматически импортирует свою информацию в параметризованную CAD-систему) обеспечивает то, что обычно ожидают от применения САПР – автоматизацию процесса проектирования, исключение человека из проектных процедур [4].

В идеале система синтеза может практически в автоматическом режиме выдавать все необходимые параметры технологии: чертежи отливки, элементов литейной формы, все данные для заполнения технологических карт и т.д.

Правильно сконструировать кокильную оснастку можно только с учетом взаимозависимых процессов, которые происходят при заполнении кокиля расплавом и формировании отливки. Таким образом, система синтеза технологии ко-

кильного литья должна включать в свой состав САПР технологии литья и САПР кокильной оснастки.

САПР технологии литья, как и технолог, занимающийся разработкой технологии изготовления отливки, способна решать такие задачи, как выбор положения отливки в форме; определение количества и расположения стержней; выбор поверхности разреза формы; определение припусков на усадку отливки и механическую обработку, радиусов скруглений и галтелей; выбор типа литниковой системы и определение исполнительных размеров ее элементов; определение места сопряжения питателей с отливкой, выполнения прибылей, технологических припусков и их размеров и др., в то время как САПР кокильной оснастки предназначена для решения следующих задач: выбор материала и расчет толщины рабочей стенки кокиля; при необходимости выбор дополнительных линий разреза формы; выбор типа разреза формы; расчет вентиляции формы.

В настоящее время ведется разработка подобной системы – программно-информационного комплекса «Кокиль». Информационно-расчетный комплекс «Кокиль» предназначен для эффективного автоматического проектирования технологий литья различного рода литейных деталей в кокиль. Структура информационного комплекса приведена на рис. 1.

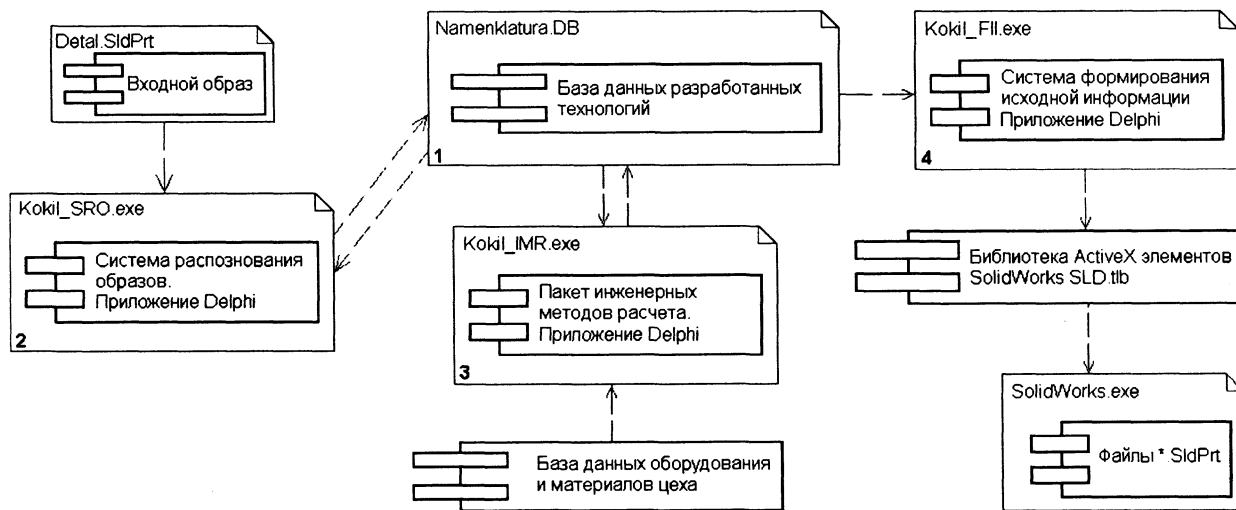


Рис.1. Структура информационного комплекса «Кокиль»

Информационно-расчетный комплекс «Кокиль» предусматривает наличие четырех основных компонентов: базу данных разработанных технологий; систему классификации отливок, построенную на методах распознавания образов; пакет инженерных методов расчета; систему подготовки данных для 3D-моделирования.

База данных разработанных технологий предназначена для следующих операций: классификации отливок с помощью метода распознавания образов; хранения информации о разработанных

ранее технологиях; хранения временной информации о разрабатываемой технологии; предоставления в удобной форме необходимой информации другим компонентам программного комплекса; содержания дополнительных ячеек данных, необходимых для согласованной работы всех компонентов комплекса.

Главная таблица базы данных (рис. 2) содержит информацию о материале отливки, массе детали и отливки, планируемом браке, классе и подклассе отливки и др. Эти данные являются

	Field Name	Type	Size	Key
1	Oboznachenie	A	20	*
2	Naimenovanie	A	25	
3	Material	A	12	
4	Massa_detali	N		
5	Massa_otlivki	N		
6	Massa_lit_sistemy	N		
7	Kf_iskpolzovania_D/O	N		
8	Kf_iskpolzovania_D/O+L	N		
9	Brak	N		
10	Klass_otlivki	I		
11	Pod_klass	I		

Рис. 2. Структура главной таблицы базы данных

необходимым минимумом для начала работы с базой разработанных технологий. В свою очередь дочерние таблицы базы данных содержат полную информацию о разработанных технологиях и частичную о разрабатываемой технологии. Дочерние таблицы содержат такую информацию, как тип литниковой системы, значение параметров литниковой системы, толщину рабочей стенки кокиля, материал кокиля, размеры кокильной оснастки и другие параметры технологического процесса.

Система распознавания образов содержит в своей основе генетические алгоритмы распознавания образов деталей. Генетические алгоритмы построены на базе широко используемых в настоящее время нейронных сетей.

Построение системы распознавания образов включает в себя следующие этапы [5].

1. Составление выборки объектов, для которых решается поставленная задача.

2. Классификация объектов с разделением их на классы и подклассы по признаку, соответствующему постановке задачи (например, положение отливки в форме, тип литниковой системы).

3. Разрабатывают словарь признаков, обладающих достаточной информативностью для описания выделенных классов и подклассов объектов, т.е. способностью разделять объекты на классы.

4. Производят описание всех классов и подклассов объектов на языке признаков словаря. Описание классов и подклассов оформляют в виде таблицы обучения.

5. Составляют решающие правила или выбирают формулу для вычисления оценки (меры сходства), которые позволяют принять решение о принадлежности распознаваемого объекта к определенному классу и одному из его подклассов.

6. Разрабатывают алгоритм распознавания, т.е. последовательность выполнения операций на основании решающих правил или меры сходства.

Суть системы распознавания образов заключается в сканировании 3D-модели и определении ее класса и подкласса в соответствии с разработанным алгоритмом формализации.

Система распознавания образов наделяется следующими функциями:

- 1) сканирование входного образа;
- 2) идентификация объекта (определение класса и подкласса);
- 3) дополнение таблиц базы данных информацией о классе и подклассе отливки (детали);
- 4) дополнение входного образа.

Как уже упоминалось, система распознавания образов содержит в своей основе генетические алгоритмы нейронных сетей. Нейронные сети строятся и функционируют по принципу нейронов головного мозга человека, поэтому использующая алгоритмы нейронных сетей система может с заданной вероятностью идентифицировать объект (отливку) к некоторому классу и подклассу, как это делает человек в своей повседневной жизни.

Концепция нейронных сетей основывается на механизме обучения сети на некоторой выборке (группе отливок), после чего система может идентифицировать тестовую выборку отливок и относить их к соответствующим классам. Чем больше обучающая выборка, тем большая точность достигается при обработке входного тестового образа.

Система подготовки данных для 3D-моделирования предназначена главным образом для связи информационного комплекса «Кокиль» с системой твердотельного моделирования Solid Works 2006.

Автоматический импорт геометрических параметров в CAD-систему — задача непростая, но решаемая, если она поддерживает параметризацию и при построении геометрических моделей используются пополняемые базы параметризованных стандартных элементов.

Система подготовки данных наделяется следующей функциональностью.

1. Импорт 3D-деталей в систему.
2. Использование графического ядра Solid Works. Использование API-методов для управления 3D-объектами (поворот, выделение, добавление, вырезание, корректировка и т.д.).

3. Расширение визуальной базы типов (примеров) литниково-питающих систем. Метод выделения (поверхности, точки, участка) места подвода металла. База данных полностью параметризованная и после определения площади питателей оставшиеся элементы строятся в полуавтоматическом режиме (сечения рассчитываются автоматически и доступны в режиме «по умолчанию»), однако пользователь имеет возможность изменения любого параметра (длина питателя, высота стояка).

4. Расположение на поверхности отливки «дополнительных элементов» литниковой системы (прибыли, выпоры) и метод выделения места

(участка, точки) расположения выбранного элемента. Алгоритм расчета объема прибыли, устанавливаемой в конкретной области отливки.

5. Алгоритм создания стержней. Характеристики и конструктивные отличия разных типов стержней (конструкция стержневых знаков и т.д.).

6. Параметризованная расширяемая база типовых вариантов компоновки оснастки.

7. Построение оснастки путем равномерного обволакивания объекта «отливка»+«стержень»+«литниковая система». Алгоритм обволакивания (по нескольким направлениям) с заданной толщиной стенки.

8. Формализованный алгоритм создания технических чертежей по спроектированной оснастке.

Пакет инженерных методов расчетов включает в себя основные методы, используемые конструктором на той или иной стадии разработки конструкции кокильной оснастки (расчет толщины рабочей стенки кокиля; расчет вентиляции кокиля; расчет сечения питателей и других элементов литниковой системы; расчет пригодности материала кокиля и др.). На рис. 3 показана общая схема пакета инженерных методов расчета кокильной оснастки.

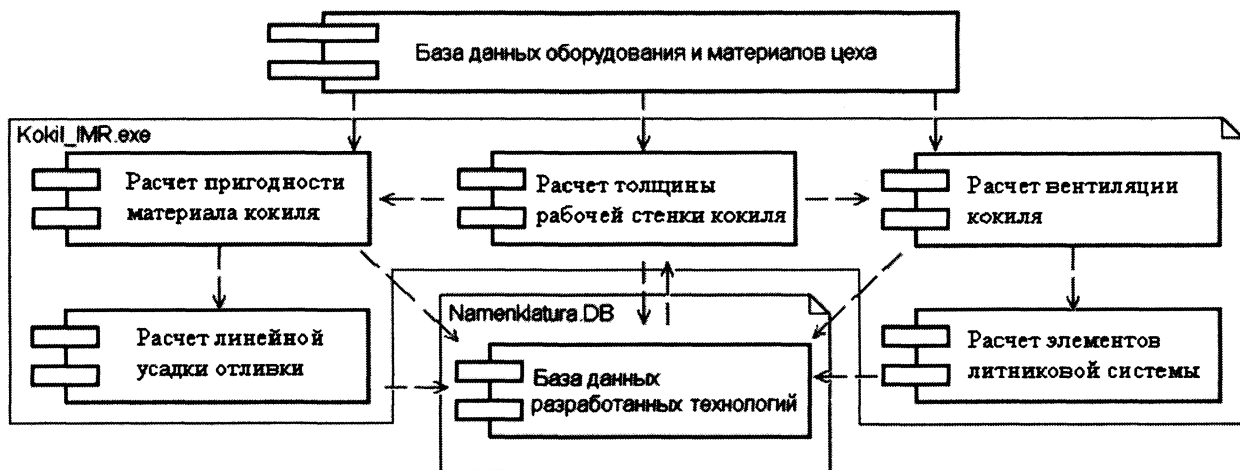


Рис. 3. Общая схема пакета инженерных методов расчета

В качестве методической базы для разработки пакета инженерных методов расчетов были выбраны классические методики проектирования кокильной оснастки. Эти методики разрабатывались для облегчения работы инженеров-проектировщиков, однако были достаточно специфичны в своем применении, что в свою очередь создавало проблемы на пути их широкого распространения на предприятиях. Разрабатываемый пакет инженерных методов расчета должен минимизировать проблемы расчета кокильной оснастки для конкретных отливок для специалистов, занимающихся разработкой технологического процесса.

Таким образом, предлагаемый пакет программ для кокильного литья позволит, используя накопленный опыт предприятий по проектированию кокилей, разрабатывать кокильную оснастку индивидуально для каждой детали в кратчайшие сроки с полным пакетом сопроводительной документации и минимальным числом ошибок проектирования. Использование информационного комплекса «Кокиль» позволит систематизировать и хранить разработанные технологии в электронном виде, тем самым повышать уровень автоматизации работы технолога. Для предприятий, не

обладающих широким опытом в области кокильного литья и ориентированных на расширяющуюся номенклатуру деталей, информационный комплекс «Кокиль» предоставляет базу для проектирования кокильной оснастки, основанную на накопленном опыте других предприятий металлургической отрасли, что позволяет снижать сроки проектирования и повышать качество разрабатываемой технологической оснастки.

Литература

1. Чичко А.Н., Матюшинец Т.В., Марков Л.В. Общая алгоритмическая схема процесса проектирования кокильной оснастки // *Литье и металлургия*. 2006. №1. С. 34–37.
2. Сабиров Д.Х., Абрамов А.А., Денисов Л.Ю. Современные методы проектирования и изготовления литейной оснастки // *Литейное производство*. 2004. №7. С. 25–29.
3. Чичко А.Н., Матюшинец Т.В., Марков Л.В. Алгоритмизация компьютерного проектирования литейных деталей с помощью САД-систем // *Литье и металлургия*. 2005. №4. С. 35–37.
4. Тихомиров М.Д. Основы моделирования литейных процессов. Системы синтеза литейной технологии и их отличие от систем моделирования литейных процессов // *Литейное производство*. 2004. №2. С. 28–31.
5. Неуструев А.А. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов литейного производства // *Машиностроение. Энциклопедия*. Т. III-2. 1996. С. 584–599.