



The process of computer development of casting geometrical model and engineering of mold elements is examined

В. В. ГАЙВОРОНСКИЙ, СП "Бевалекс"

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ — МЕЧТА ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?!

УДК 519.669.27

Даже поверхностный анализ производства литой заготовки наглядно демонстрирует наличие следующих болевых точек:

- недопустимо большие сроки и высокая трудоемкость выполнения работ по подготовке производства новых видов и модификаций литых заготовок;
- высокий процент брака;
- отсутствие учета, анализа и систематизации опыта бездефектного литейного производства.

Литейное производство до сегодняшнего дня во многом базируется на опыте практической работы его технологов, сложившихся технических традициях и металлоемком методе проб и ошибок при отработке технологии практически каждой серьезной отливки. Это обусловлено разнообразием факторов, влияющих на течение технологического процесса литья, а соответственно и на качество самой отливки, а именно: состояние заливаемого металла, способ изготовления формы, ее предварительный прогрев, скорость подачи жидкого металла в форму и, разумеется, конфигурация самой отливаемой детали и применяемой литниковой системы, скорость отвода тепла при затвердевании и т.д. Опытные специалисты-практики держат в голове огромное количество информации об удачных и неудачных попытках получения отливок и оперируют ею, зачастую опираясь на интуицию и лишь в редких случаях на строгие алгоритмы.

Вместе с тем теория тепловых, гидродинамических и деформационных процессов при затвердевании металла достаточно разработана и в общем виде решены многие ключевые задачи формирования отливки. Практические же решения зачастую не могут быть получены аналитическим путем, но зато эффективно достигаются численными методами. К тому же, современный рынок средств автоматизированного проектирования предлагает широкий спектр интегрированных и изолированных программных продуктов, рассчитанных на решение как конструкторско-графических, так и технологических задач проектирования литой заготовки.

В связи со всеми перечисленными выше моментами идея компьютерного проектирования отливки становится почти очевидной.

Процесс проектирования и получения литой заготовки с применением компьютера можно разделить на следующие этапы:

- 1) разработка геометрической модели отливки и проектирование элементов литейной формы;
- 2) компьютерное моделирование литейных процессов;
- 3) отработка технологического процесса получения заготовки, корректировка геометрической модели;
- 4) окончательная разработка элементов литейной формы и модельного комплекта отливки;
- 5) запуск оснастки в производство посредством:

- подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ;
- оформления и выпуска конструкторско-технологической документации на бумажных носителях.

СП "Бевалекс", являясь системным интегратором с многолетним стажем, готово предложить специалистам-литейщикам сбалансированный по цене и качеству интегрированный комплекс программных продуктов, существенно ускоряющий процесс производства литой заготовки и ее качество, а следовательно, значительно повышающий конкурентоспособность самого предприятия.

В своих решениях мы опираемся на лучшие отечественные и зарубежные разработки. В сегодняшних непростых экономических условиях мы готовы предложить удобные, эффективные и надежные решения, вполне приемлемые по стоимости практически для любого предприятия. Применение предлагаемых нами систем позволяет производить проектирование изделий на базе персонального компьютера и получать разработки по сложности исполнения ни в чем не уступающие моделям, полученным при помощи сложных дорогостоящих пакетов, функционирующих на базе графических станций. Системы, входящие в предлагаемый нами комплекс, ориентированы не толь-

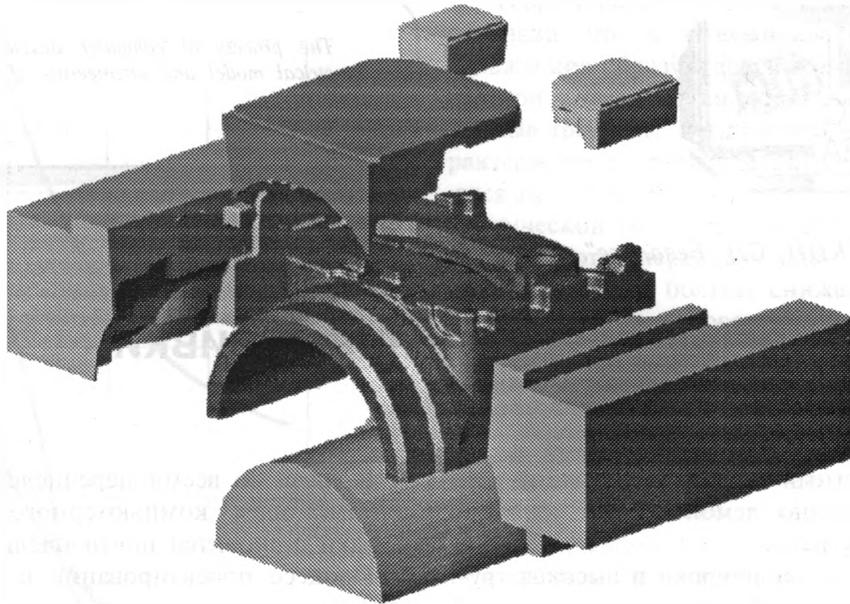


Рис. 1. Пример элементов стержневой оснастки, спроектированной в системе SolidWorks

ко на виртуальное моделирование, но и на выпуск документации, полностью соответствующей отечественным стандартам.

Основу создаваемых нами комплексов составляют графические пакеты:

- SolidWorks.
- КОМПАС-3D.

Разработчиком системы SolidWorks является быстрорастущая американская корпорация SolidWorks Corp., которая с 1997 г. является частью французской компании "Dassault Systemes", разрабатывающей известную CAD/CAM систему CATIA. Система SolidWorks 2000 использует лицензированное геометрическое ядро Parasolid, оно же лежит в основе известного пакета Unigraphics фирмы "Unigraphics Solutions". Однако, несмотря на эти факты, компания "SolidWorks" имеет свою независимую техническую политику по отношению к "Dassault Systemes" и "Unigraphics Solutions".

Профессиональное ядро Parasolid проверено на практике в течение многих лет и отличается своей точностью, надежностью и быстротой вычислений и позволяет образовывать очень сложные твердотельные элементы. SolidWorks легко интегрируется с лучшими западными разработками в области инженерных расчетов, а также CAD/CAM-системами верхнего и среднего уровня, создавая интегрированные многоуровневые и комплексные системы.

Разработчиком семейства продуктов, объединенных торговой маркой КОМПАС, является АО "АСКОН" (г. Санкт-Петербург), которое входит в тридцатку самых влиятельных компаний - производителей делового программного обеспечения в России и является "компанией века" в номинации САПР. На сегодняшний день — это единственный сертифицированный графический

редактор в СНГ. Общее количество предприятий СНГ, использующих системы КОМПАС, более 1000. КОМПАС-3D имеет собственное графическое ядро, специально интегрированное с ядром SolidWorks и не зависящее от сторонних разработчиков, что существенно повышает гибкость системы.

В данной статье рассмотрен процесс компьютерной разработки геометрической модели отливки и проектирования элементов литейной формы.

Стремительный рост производительности процессоров Intel привел к появлению на этой платформе нового поколения систем автоматизированного проектирования. Их функциональные возможности уже сопоставимы с теми, которые ранее были по силам только Unix-приложениям. В связи с этим при сравнительной оценке программных продуктов на первый план выдвигаются качество интерфейса, его понятность и интеллектуальность, непосредственно определяющие продуктивность работы пользователя, а также простота и функциональность самого графического пакета.

Исходя из проведенного специалистами СП "Бевалекс" анализа, наиболее эффективным в качестве базовой системы графического моделирования является редактор SolidWorks (рис 1). Простота интерфейса, высокая скорость освоения, большие возможности моделирования как твердотельного, так и гибридного (сочетание твердотельного и поверхностного) — общеизвестные достоинства этого программного продукта. Простое воспроизведение готового проекта в SolidWorks занимает гораздо меньше времени, чем проектирование с "чистого листа", и такие работы могут производиться в режиме реального времени, т. е. скорость моделирования укладывается во временные рамки поэтапной передачи документации на производ-

ство. Наличие полной параметрической модели в дальнейшем дает очень большую мобильность при проектировании технологической оснастки и приспособлений и позволяет оперативно вносить изменения для проведения будущих модификаций. Инструмент исполнений позволит не терять всех вариантов оснастки и проекта и плюс к этому позволит быстро оценить преемственность при переходе от одной партии изделия к другой. Легкий и удобный механизм поиска параметров позволит оперативно отслеживать материальные спецификации и списки комплектующих. Причем для выполнения таких работ не требуется лицензии SolidWorks, достаточно только бесплатной программы просмотра файлов SolidWorks и умеренного знания офисных программ и функций поиска операционной системы.

Свойства сборки SolidWorks позволяют оценить не только геометрию, но и имитировать движение создаваемого проекта. Движение элементов конструкции отслеживается от исполнения к исполнению. Это позволяет не только оценить возможности подходов для выполнения технологических операций (применение инструмента), но и выявить целесообразность подобных действий на другой модификации оснастки.

Специалист-технолог по достоинству оценит возможность имитации кинематики движения плит и знаков сложной литейной формы, но основной задачей все-таки остается создание и оформление формообразующих. Литейная оснастка является довольно сложным объектом как по количеству компонентов, так и по сложности кинематики. Но, как правило, для ее формирования используется большое количество стандартных элементов и решений. Имеется и значительный перечень готовых библиотек, облегчающих традиционное проектирование. Очень эффективным вариантом работы является использование уже существующих проектов литейных форм как прототипа. В этом случае наследуется не только модельная часть, но чертежная (старый вариант остается без изменений). Все последующие изменения моделей при этом будут ассоциативно отображаться на чертежах.

Существует несколько подходов к созданию базового элемента формообразующей. К наиболее эффективным можно отнести использование прототипа (блок существующей формы) и библиотечного элемента. При таком варианте работы гарантируется максимальная преемственность в производстве и практически сводится "на нет" время подготовительного конструирования. Основным методом работы по созданию формообразующих и знаков является последовательное вычитание из объема базового элемента объемов самой детали (деталей) и смежных формообразующих. Но это не значит, что не может использоваться весь арсенал средств твердотельного и гибридного моделирования.

Не секрет, что основной целью конструктора-проектировщика является выпуск чертежной документации на проектируемое изделие. Так называемая "безбумажная технология", во-первых, все-таки, не исключает выпуск чертежей, во-вторых, подразумевает полную компьютерную оснащенность по всем этапам жизни проекта, а, в-третьих, касается только наиболее сложных деталей и форм проекта. Все технологические особенности, не относящиеся к прямой функциональности изделия и вопросам корректного чертежного оформления, часто выходят за рамки профессионального интереса проектировщика. При таком подходе технология находит отражение лишь в технических требованиях чертежа типа: "Неуказанные литейные уклоны", "Припуск на механообработку" и т.д.

В такой ситуации технологу необходимо получить свою модель, которая может достаточно сильно отличаться от исходной конструкторской модели. Наиболее приемлемым решением является внесение технологических изменений в модель, не затрагивая конструкторской модели. SolidWorks предоставляет возможность создать исполнение базовой модели и все изменения (назначение усадки, задание припусков, исключение механообрабатываемых элементов и др.) проводить уже на ней. Естественно, что при этом должна сохраняться ассоциативность между конструкторской и технологической моделями.

При проектировании литейной формы прежде всего необходимо создать трехмерную модель будущей детали, которая в дальнейшем будет служить основой для всей формы. При проектировании детали никаких затруднений, касающихся геометрических построений, не возникает: возможности геометрического ядра системы удовлетворят любые запросы как конструктора, так и технолога.

После создания геометрии проектируемой детали SolidWorks может просчитать массу, площадь поверхности детали (команда "Массовые характеристики"), минимальный радиус и минимальную длину кромки в отливке (команда "Проверить"), а также радиус кривизны любой поверхности (команда "Кривизна грани").

Проанализировав деталь, конструктор и технолог назначают плоскость разъема формы. В случае простого разъема для этого служит команда "Линия разъема" (рис. 2). Для сложных разъемов предусмотрена команда "Поверхность разъема" (рис. 3).

Для задания литейных уклонов предусмотрена команда "Уклон", с помощью которой можно построить уклоны, необходимые для извлечения детали из формы (рис. 4).

Для создания полости литейной формы служит команда "Полость". Предварительно необходимо создать основание литейной формы достаточно большое для вмещения детали и разместить в нем проектируемую деталь (рис. 5).

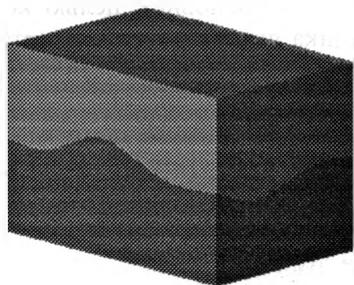


Рис. 2. Сложный разъем

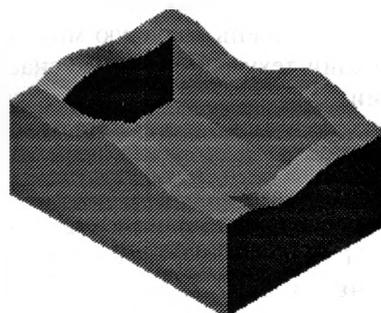


Рис. 3. Полуформа со сложным разъемом

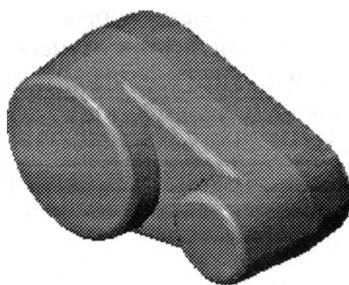


Рис. 4. Литейные уклоны

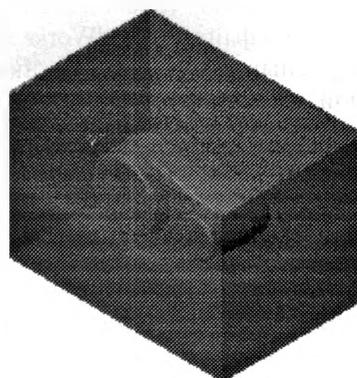


Рис. 5. Основание литейной формы с деталью внутри

При создании полости можно учесть усадку металла в пределах $\pm 20\%$ от линейного размера проектируемой детали.

Далее, используя линию или поверхность разреза, разрезаем полость на две полуформы (рис. 6).

Используя полученные полуформы, аналогичным образом можно создать модельный комплект для данной отливки (рис. 7).

Следующим этапом в разработке модели отливки является компьютерное моделирование литейных процессов, которое мы рекомендуем проводить в системе автоматизированного моделирования "Полигон".

Варьируя те или иные технологические параметры (например, начальную температуру металла, теплопроводность материала формы и т.д.) или внося коррективы в геометрическую модель отливки (например, изменяя конфигурацию формы или расположение литников) в редакторе SolidWorks, а затем, выполняя очередной расчет в САМ ЛП ПОЛИГОН, технолог может увидеть, как "откликнулась" модель на внесенные им изменения. Перебирая подобным образом различные варианты и решения, грамотный технолог сможет разобраться в причинах возникновения того или иного дефекта, а также подобрать оптимальный вариант технологии.

Благодаря реализованной в SolidWorks технологии ссылок все построения полуформ и модель-

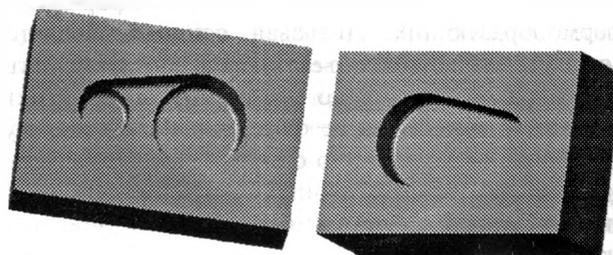


Рис. 6. Полуформы с учетом усадки

ного комплекта основываются на геометрии детали. Изменяя ее размеры, автоматически получаем соответствующие изменения в полуформах и модельном комплекте (рис. 8).

В заключение добавим, что компания АО "АС-КОН" создала и стремительно развивает собственную созвучную архитектуре и методологии проектирования SolidWorks систему трехмерного параметрического моделирования КОМПАС-3D, которая незначительно уступает функционалу SolidWorks, но превосходит его по возможностям адаптации к отечественным стандартам и ценой, что немаловажно для наших предприятий. Многие математические функции лицензированы у компании SolidWorks Corp.

Система КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных параметрических моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих

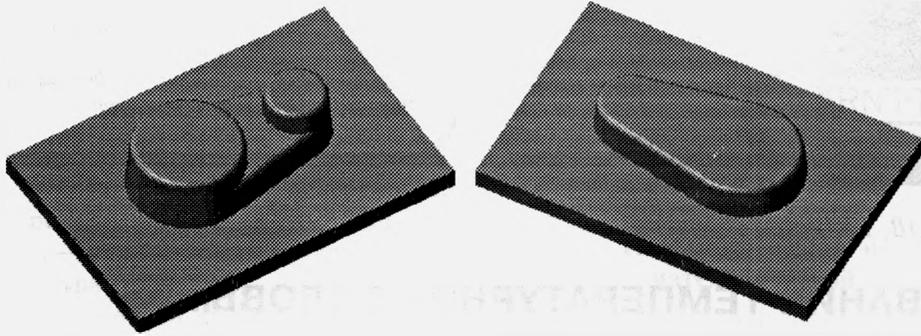


Рис. 7. Модельный комплект

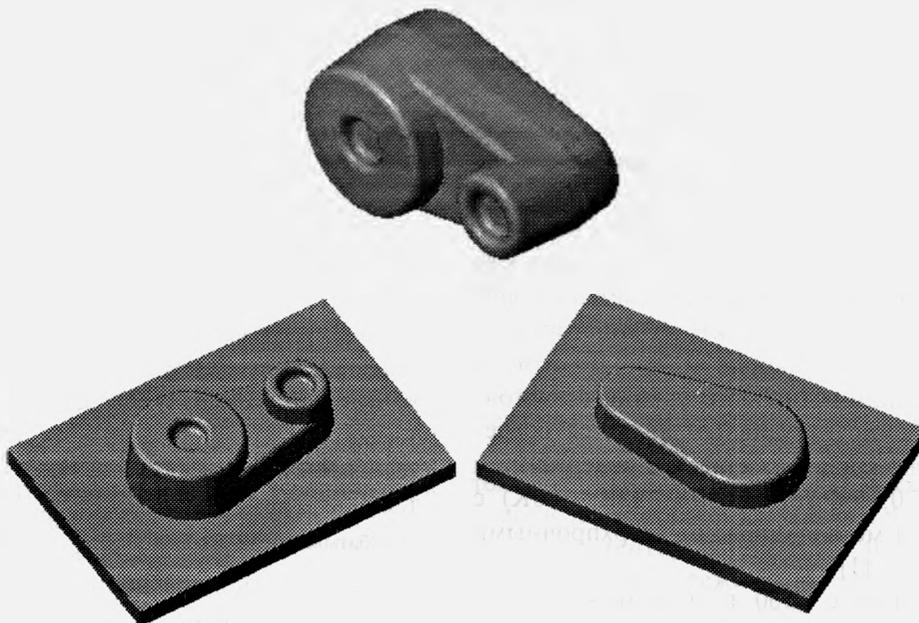


Рис. 8. Автоматическое обновление модельного комплекта после изменения геометрии детали

как типичные, так и нестандартные, уникальные конструктивные элементы. Параметризация позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа.

Ключевой особенностью КОМПАС-3D является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АО "АСКОН".

СП "Бевалекс", являясь авторизованным партнером компаний "Siemens", "Novell", 3Com,

SCO, OKI, "Best Power", "SolidWorks", Лоция Софт и АО "АСКОН", готово оказать предприятиям литейной отрасли квалифицированное сотрудничество в создании и развитии системы автоматизированного проектирования литой заготовки, тесно интегрированной с технологической подготовкой производства изделия и способной увязать в единое целое весь процесс компьютерного проектирования.