

Поверхности максимальных напряжений могут позволить решать не только задачу о нахождении коэффициента запаса прочности, но и обратные задачи:

- нахождение допустимых значений напряжений в пластине из КМ в зоне крепежного отверстия по известным коэффициенту запаса прочности, типоразмеру крепежного элемента и моменту предварительной затяжки;

- определение оптимальных параметров материала по уровню и направлению нагружения, параметрам крепежного элемента конструктивным параметрам;

- оптимизация отдельных параметров крепежного элемента по уровню и направлению нагружения соединения;

- оптимизация конструктивных параметров соединения.

В работе проведены исследования напряженно-деформированного состояния по контуру болтового соединения с подкреплением пластинки из КМ в случае действия силы Q , приложенной к болту, уставленному в отверстие втулки, и силы P , приложенной к заготовке. Решение этой задачи выполнялось с помощью метода конечных элементов. Использовалась система MSC/NASTRAN. Адекватность разработанной конечно-элементной модели проверялась путем сравнения результатов конечно-элементных расчетов с аналитическим решением для тестового случая. Анализ результатов конечно-элементных расчетов и аналитического решения показал высокую сходимость результатов.

С целью создания равнопрочных соединений разработан способ постановки крепежного элемента и получение пакета из разнородных материалов с предварительно полученными подкрепленными силовыми точками, имеющими одинаковый ресурс. Полученное механическое точечное соединение имеет одинаковую вероятность разрушения элементов пакета, а также повышенную несущую способность за счет подкрепления.

Проведенные исследования показали, что разработанный способ постановки втулки значительно снижает напряженное состояние по периметру отверстия с подкреплением и увеличивает несущую способность силовой точки, а разработанная конечно-элементная модель и методика расчета высокую сходимость результатов. Это позволяет с высокой точностью определять напряженное состояние по контуру силовой точки в анизотропных композиционных материалах.

В результате проведенных научных исследований и опытно-конструкторских работ создана широкая гамма устройств многоразового использования с силовым приводом из сплава ТН-1. К данным устройствам относится серия малогабаритного ресурсосберегающего прессового оборудования с силовым приводом из сплава с памятью формы. Результаты указанных НИОКР были использованы для создания механизированного оснащения, предназначенного для постановки подкрепляющей втулки.

ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ ДЕТАЛЕЙ ГТД

© 2012 Вдовин Р. А., Смелов В. Г.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

VIRTUAL SIMULATION AND EXPERIMENTAL TESTING PROCESS CASTING PARTS OF ENGINES

© 2012 Vdovin R. A., Smelov V.G.

At the present day computer simulation is widely used to reduce time and cost in preparing production. This new method allows proving the technology before manufacturing expensive equipment and without start up a pilot run. It leads to saving materials, worker time, lean using equipment, and get a unique mass of information on the technological process

В сегодняшнем мире жесткой конкуренции, литейное производство должно искать способы повышения качества, уменьшения времени выполнения заказа и сокращения расходов производства для более успешного развития. Литейные заводы, которые используют традиционные эмпирические методы проектирования технологии, испытывают затруднения с конкурентной борьбой на рынке. Заказчики больше не приемлют в исполнении большое количество отходов и длительного времени выполнения заказа, которое ведет за собой увеличение цены продукции.

В настоящее время на литейных заводах и в литейных цехах для снижения временных и финансовых затрат на подготовку производства широко используют компьютерные технологии:

- CAD-системы при проектировании и изготовлении, в том числе и оснастки; разработки технологии;
- компьютерное моделирование процесса отливки заготовок при проектировании технологических процессов литья.

Традиционно отработка литейной технологии чуть ли не для каждой сложной отливки во многом основывается на металлоемком методе проб и ошибок, эмпирическом опыте работы технологов, которые должны держать в голове массу информации об удачных и неудачных попытках получения отливок и оперировать ею, зачастую опираясь на интуицию и лишь в редких случаях – на строгие алгоритмы. Специфика литейного производства такова, что среди всего многообразия контролируемых факторов фигурируют и состояние заливаемого металла, и способ изготовления формы, и ее предварительный прогрев, и скорость подачи жидкого металла в форму, и, разумеется, конфигурация самой отливаемой детали и литниковой системы, и скорость отвода тепла при затвердевании, и т.д. Адекватное решение тех или иных

задач формирования отливки зачастую не может быть получено аналитическим путем, а лишь численно, с использованием метода конечных элементов.

Компьютерное моделирование литейных процессов - это новый способ, который позволяет отработать технологию до изготовления дорогостоящей оснастки, и без запуска опытной партии. Компьютерное моделирование позволяет определить нужное количество прибылей, место их установки, необходимые размеры, а также определить размеры всех элементов литниковой системы. Визуальный анализ результатов расчета, на экране монитора, позволяет рассмотреть весь процесс отливки, включая заливку формы, кристаллизацию сплава и образования усадочных дефектов. Полученная информация, позволяет произвести корректировку технологии, для создания отливок наилучшего качества с наименьшими затратами.

Весь процесс моделирования занимает малую часть времени, которое необходимо для создания оснастки и изготовления пробной партии отливок. Это означает, что уже после изготовления первой партии потребуются минимум изменений в технологии, что существенно сократит количество отходов. Для Заказчика это означает сокращение времени выполнения заказа, повышение качества первых партий, увеличение жизненного цикла отливок и, как следствие, уменьшение затрат. В конечном итоге происходит экономия материалов, энергоносителей, рабочего времени, бережется оборудование, а взамен получается масса уникальной информации о технологическом процессе. Зачастую только компьютерное моделирование технологии позволяет «заглянуть» внутрь изделия, увидеть характер протекающих в нем процессов, понять причины возникновения дефектов.

Алгоритм компьютерного моделирования представлен на рисунке 1.

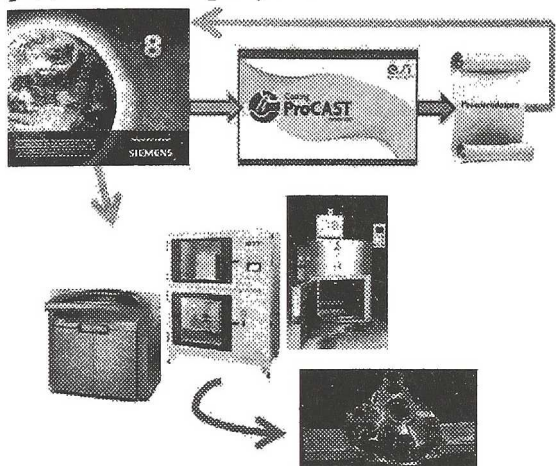


Рисунок 1 – Алгоритм методологии компьютерного моделирования

Рассмотренная методика компьютерного моделирования легла в основу оценки эффективности предложенного экспериментального технологического процесса заливки детали корпус. Согласно имеющейся технологии и на основании конструкторской документации, предоставленной заводом, в программном продукте Unigraphics была смоделирована объемная CAD-модель детали с литниково-питающей системой (рисунок 2).

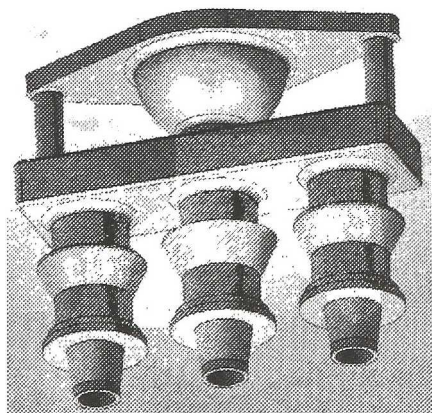


Рисунок 2 – CAD-модель детали корпус в программной среде Unigraphics 8.0

Затем, смоделированная 3D-модель детали была интегрирована в САЕ-систему ProCast (рисунок 3), в которой был проанализирован и полностью смоделирован существующий технологический процесс заливки заготовки, рассчитан коэффициент усадки, на который вносится поправка при

реальном литье, определена эффективность стояка, прибылей и питателей, выявлены пустоты, усадочные раковины, проанализирована скорость остывания заливки и пр. (рисунок 4).

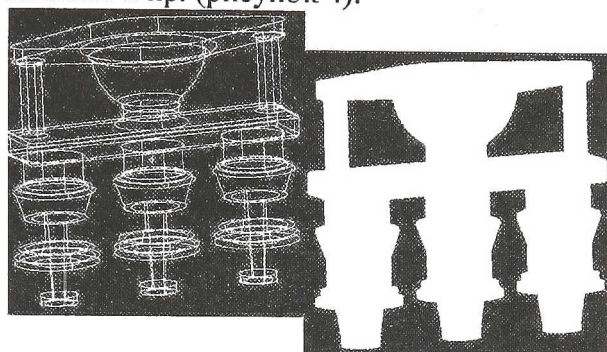


Рисунок 3 – САЕ-модель детали в программной среде ProCAST

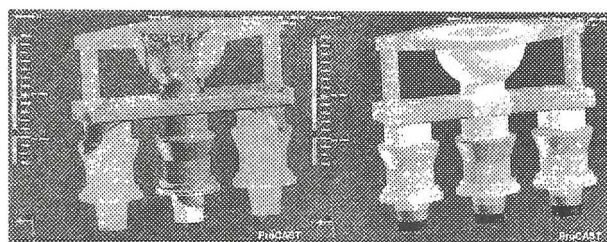


Рисунок 4 – Визуализация и анализ полученных результатов

Анализ результатов показал неэффективность предложенной ЛПС, потому как сначала осуществляется заливка центральной отливки, и лишь по мере ее заполнения, происходит заливка крайних отливок, что сказывается на процессе кристаллизации металла (является несинхронным для всех трех отливок) и приводит к увеличению, собственно, времени заливки формы, что, в свою очередь, скажется на свойствах будущей детали. Изложенные недостатки были учтены и позволили скорректировать технологический процесс и ЛПС. Компьютерный анализ литейных процессов на этапе виртуального проектирования технологии литья (до изготовления отливок) позволил минимизировать возможные просчеты и ошибки, неизбежно возникающие в процессе разработки, снизил финансовые и временные затраты, повысил эффективность, конкурентоспособность, качество и надежность разрабатываемой детали.