

METALCAST S.A. DE C.V.  
FUNDACION DE PROTECCIÓN

## ЗАДАЧА

Компания Metalcast отливает детали все более сложной формы из сплавов, которые трудно поддаются обработке литьем. Однако клиенты компании Metalcast ожидают от нее постоянного строгого выполнения своих строгих требований к качеству продукции, а также сохранения или уменьшения сроков разработки новых изделий и размера затрат.

## ПРЕИМУЩЕСТВА

- Возможность вносить исправления в проект изделия с использованием компьютерной модели и добиваться оптимальной конструкции при меньшем числе натуральных испытаний;
- Сокращение сроков разработки новых изделий;
- Снижение процента брака при отливке корпуса клапана с 25% до 3%.

*«Компьютерное моделирование процесса литья помогает понять первопричину дефектов и оценить характеристики измененной литниковой системы без изготовления оснастки».*

Штефан Плотц,  
Консультант по литейному делу и машиностроению.

Ранее инженеры компании Metalcast конструировали литейные формы, основываясь на опыте, и изготавливали восковые модели, используя станки с ручным управлением. Компания Metalcast начала рассматривать возможность использования компьютерного моделирования процесса литья по выплавляемой модели, стремясь решить стоящую перед ней задачу: оптимизировать качество продукции, одновременно уменьшив время разработки изделия и расходы. Моделирование делает возможным точный прогноз распределения жидкого металла и передачи тепла внутри формы; благодаря этому инженеры оказываются в состоянии сразу подобрать нужные параметры формы и уменьшить расходы на брак и испытания.

Стефан Плотц, консультант по литейному делу и машиностроению, работающий в Пуэбле, поработал вместе с инженерами Metalcast и решил, что разработанная компанией ESI компьютерная программа имитационного моделирования ProCAST - программный инструмент, характеристики которого соответствуют конкретным потребностям литейных производств, занимающихся литьем по выплавляемой модели.

Вместе с инженерами компании Metalcast Омаром и Мигелем Мартинесами Плотц прошел курс обучения работе с программой ProCAST на предприятии компании ESI, расположенном в Детройте. Вернувшись в свой литейный цех, они стали использовать эту программу для оценки нескольких существующих деталей, при изготовлении которых ранее получался высокий процент брака. Одна из таких деталей - корпус клапана, который компания производила уже довольно давно, но имела трудности с обеспечением качества из-за чрезмерной пористости. Доля брака доходила до 25%.



Седло клапана

## Моделирование элементов клапана

В программу ProCAST была импортирована САПР-модель существующей системы литников. Для создания оболочки для этого литникового дерева с корпусами клапанов был использован автоматический генератор оболочек компании ProCAST с целью обеспечения точного соответствия реальной оболочке из наполнителя. Для моделирования и прогнозирования распределения металла в форме (на основании полных уравнений Навье-Стокса) и передачи тепла форме и окружающей среде (с учетом теплопроводности, конвекции и излучения, включая теньевые эффекты) были взяты имеющиеся производственные условия. Выделение тепла, связанное с фазовыми переходами во время отвердевания и последующими фазовыми переходами в твердом состоянии, было описано с помощью формулы энтальпии.

Результаты моделирования показали последовательность заполнения каждой полости формы. Программа ProCAST создала анимацию временной последовательности процесса заполнения формы с

построением кривых затвердевания и твердых и жидких фракций. По кривой затвердевания инженеры определили границы, дальше которых форма не в состоянии заполниться. Программа рассчитала процент пористости для областей, которые были отделены от главного литника.

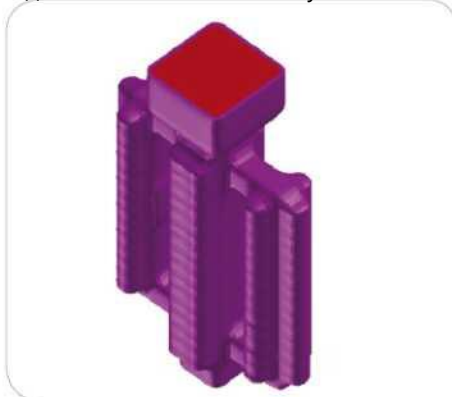
### Определение первопричин

С помощью моделирования инженеры компании Metalcast определили места формирования воздушных карманов, из которых воздух был не в состоянии выйти через форму. Такие воздушные карманы стали причиной возникновения газовой пористости готовой детали. Диаметры литников были слишком малы, чтобы обеспечить надлежащее наполнение формы металлом во время отверждения. После стандартной калибровки для учета особенностей литейного цеха результаты моделирования показали очень близкую корреляцию брака с условиями производства, включая расположение и величину усадки и газовой пористости.

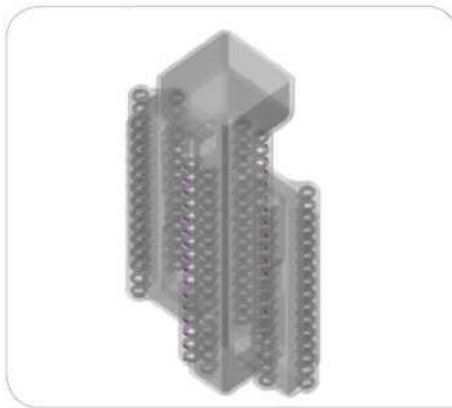
После того как была построена исходная имитационная модель, следующим этапом было внесение в нее изменений с целью ликвидации пористости. Среди рассмотренных инженерами компании Metalcast вариантов было присоединение моделей к литниковому дереву в других местах путем добавления вытяжных каналов, изменения областей, где была замечена пористость, путем расширения каналов, соединяющих главный литник с моделью, изменения ориентации модели, изменения массы литникового дерева и добавления отдушин.

В некоторых случаях, если готовая деталь подвергалась механической обработке, рассматривалась также возможность внесения небольших изменений в конфигурацию детали.

Всего компания Metalcast смоделировала более 20 различных вариантов конструкции формы, сохраняя неизменным количество прикрепленных к литниковому дереву моделей во избежание увеличения производственных расходов. В результате была получена чистая деталь без пористости. Испытание измененной конфигурации литникового дерева в тех же производственных условиях, что и на модели, показало высокую степень



Конструкция формы, разработанной в ProCAST



Пористость деталей, обнаруженная с помощью ProCAST



Физическое литниковое дерево с моделями деталей клапана

соответствия имитационной модели и натурального испытания. В конечном счете на производстве процент брака сократился с 25% до 3%; благодаря этому удалось сэкономить более 6 000 долларов.

«Обычные методы разработки технологических процессов путем проб и ошибок связаны с высокими расходами на изготовление прототипов и испытания; при этом зачастую с их помощью не удается определить первопричину проблем обеспечения качества. Компьютерное моделирование, основанное на конечноэлементном анализе, может решить эту задачу» – заключил Плотц. «В нашем случае результатом стало значительное снижение брака, что помогло улучшить конкурентные позиции компании Metalcast».

### О КОМПАНИИ METALCAST S.A.

Metalcast S.A. de C.V. – специализирующаяся на литье по выплавляемым моделям компания, находящаяся в г. Пуэбла, Мексика; численность ее сотрудников составляет 200 человек. Эта компания специализируется на изготовлении небольших деталей весом до 1 кг. В числе основных рынков ее сбыта производство медицинской техники, которое потребляет до 25% ее продукции, а также производство оборудования для добычи нефти и клапанов. Больше информации на сайте [www.metalcast.com.mx](http://www.metalcast.com.mx)

### О КОМПАНИИ ESI GROUP

Компания ESI – один из ведущих в мире поставщиков систем виртуального прототипирования на основе физики материалов. ESI предлагает уникальные решения в области виртуального инжиниринга, разработанные на единой платформе и адаптированные к различным отраслям промышленности. Производители оценили достоинства виртуального инжиниринга, который позволяет заменять физический прототип изделия виртуальной моделью, реалистично воспроизводящей поведение изделия во время испытаний. Эта технология дает возможность производить тонкую настройку процессов сборки и производства, чтобы добиться желаемых характеристик продукта и оценить его работоспособность в нормальных и аварийных условиях эксплуатации. Решения ESI являются уникальными в своем роде и обеспечивают комплексную среду для бесшовного виртуального прототипирования. Такие решения разрабатываются с учетом самых новейших технологий, в том числе Виртуальной реальности (Virtual Reality) с эффектом погружения, что позволяет создать трехмерную модель изделия и помочь заказчику принимать правильные решения на всем этапе разработки. Компания насчитывает примерно 1 000 высококвалифицированных сотрудников в 30 странах мира. Группа ESI – французская компания, категория C в листинге NYSE Euronext (Париж).



Головной офис ESI Group | 100-102 Avenue de Suffren | 75015 Paris | ФРАНЦИЯ | Т. +33(0)1 53 65 14 14 | Ф. +33(0)1 53 65 14 12 | [info@esi-group.com](mailto:info@esi-group.com)

За исключением особо оговоренных случаев, все наименования продуктов, содержащие префиксы PAM и SYS, включены в портфель фирменных наименований и товарных знаков ESI, принадлежащих компании ESI Group. Все прочие товарные знаки являются собственностью соответствующего обладателя. Технические характеристики могут изменяться без уведомления.

[www.esi-group.com](http://www.esi-group.com)