

# САПР ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Authors depict the particularities of casting process simulation with use ProCast packet.*

Д. М. КУКУЙ, О. Е. ШВАРЦ, БГПА, Е. Г. ШВАРЦ, ПО "МТЗ",  
А. В. ЗАБЛОЦКИЙ, В. Л. АКУЛИЧ, ИП "МИКРОЭКСПРЕСС"

## ОБ ОПЫТЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Традиционно процесс проектирования литейной технологии базируется на опыте технолога, который, выбирая плоскость разреза литейной формы, назначая припуски на механическую обработку, размеры стержневых знаков и т. д., практически не гарантирует возможности предотвращения литейных дефектов. Особенно это касается внутренних пороков отливки, таких, как газовые и усадочные раковины, пористость, которые, как правило, выявляются только после механической обработки либо в процессе гидроиспытаний. Результатом этого являются огромные убытки, которые несет предприятие-изготовитель бракованных отливок.

Современным подходом к решению проблемы прогнозирования возможности образования вышеуказанных дефектов является имитационное моделирование на компьютере процессов заливки литейных форм и кристаллизации отливки. Для реализации этого процесса существует достаточно большое количество программных средств. Однако, как показывает практика, наиболее эффективной из них является система ProCAST, внедренная фирмой "Микроэкспресс" при сотрудничестве с кафедрой МитЛП БГПА и ПО "МТЗ". В связи с этим весьма полезным представляется уже первый опыт завода. В качестве примера можно рассмотреть весь цикл моделирования стальной отливки детали (рис. 1), используемой в переднем мосте трактора МТЗ-80(82).

В течение весьма длительного периода времени основным видом брака этой отливки была усадочная пористость, вызывающая течь масла во время эксплуатации моста. При этом для ее изготовления использовалась литниковая система, представленная на рис. 2.

Чтобы промоделировать отливку в пакете ProCast, необходимо создать в компьютере модели

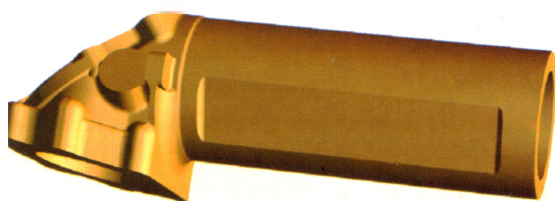


Рис. 1. Компьютерная модель отливки

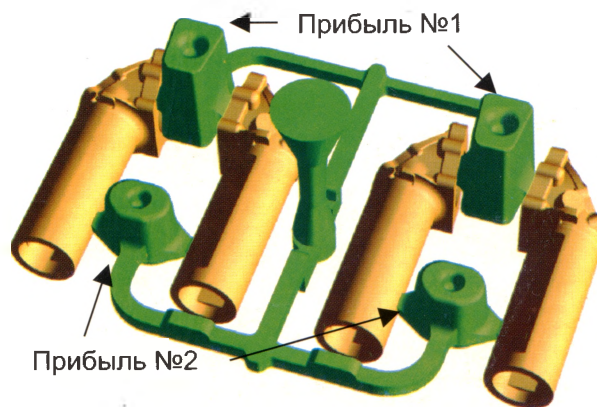


Рис. 2. Компьютерная модель исходной отливки с литниковой системой

отливки, литниковой системы и формы. Для этого использовалась система твердотельного моделирования Unigraphics, с помощью которой по чертежам были создана трехмерная модель отливки с литниковой системой.

На этом шаге заканчивается подготовительный процесс и можно приступать непосредственно к моделированию.

Для выявления полной картины происходящих в данной конкретной отливке процессов пришлось провести четыре совмещенных расчета процессов заливки и затвердевания сплава и девять раз промоделировать только процесс затвердевания. Отдельное моделирование затвердевания проводится с целью экономии времени, так как оно требует в 3 - 10 раз меньше времени, чем на моделирование заливки. При моделировании проверялась зависимость образования усадочной пористости от температуры заливки, теплопроводности формы и теплофизических свойств сплава. В результате этих расчетов были определены условия, при которых распределение пористости, получаемое в расчете на компьютере, наиболее близко соответствует картине, получаемой в реальных отливках. Параллельно проводилось исследование влияния различных факторов на возникновение пористости. Так, выяснилось, что вероятность возникновения пористости повышается с увеличением теплопроводности формовочной смеси, т. е. при повышенном влагосодержании. Для

устранения брака можно было бы рекомендовать организацию жесткого контроля за влажностью формовочной смеси, но наиболее желательными были бы рекомендации по совершенствованию конструкции литниково-питающей системы, чтобы сделать ее устойчивой к максимально большому разбросу параметров формовочных материалов и сплава. Однако если наблюдать на экране компьютера за процессом заливки, то можно заметить, что жидкий металл в течение 12 с из 17 возможных поступает в отливку через прибыль №1 и только потом начинает поступать в прибыль №2, при этом его температура примерно на 50°C ниже, чем в прибыли №1. При затвердевании отливки в месте образования пористости (рис. 3) металл затвердевает чуть позже, чем в остальных частях отливки, при этом жидкий металл из прибыли, призванной питать такие места, не может достигнуть цели (детальнее смотри рис. 6.).

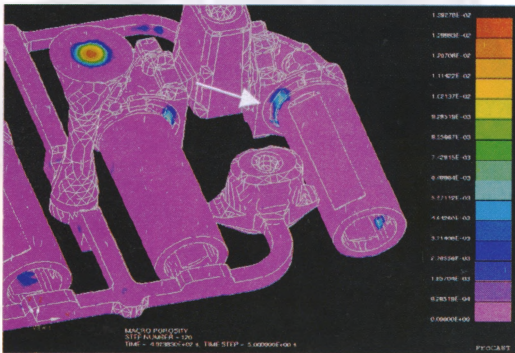


Рис. 3. Распределение пористости в отливке с исходной литниковой системой (дефекты показаны стрелками)

Для того чтобы избежать этого дефекта, были предложены два варианта изменения литейной технологии.

1. Поставить в месте дефекта "холодильник" (этот вариант быстро реализуется, так как не требует больших переделок модельной оснастки).

2. Изменить литниково-питающую систему.

Для оценки эффективности предложенных решений было проведено моделирование литейных процессов с новыми условиями. Были созданы трехмерные модели холодильников и новая сетка конечных элементов. Затем было проведено моделирование процессов заливки и затвердевания. Однако это решение оказалось неэффективным и не решало проблему устранения пористости. В связи с этим был проведен весь комплекс работ, необходимых для реализации второго варианта.

В среде Unigraphics была создана трехмерная модель новой литниковой системы (рис. 4), которая затем была разбита на сетку конечных элементов. В исходном варианте прибыль, которая должна была питать проблемное место, находилась над стержневым знаком. В новом же варианте прибыль смещена максимально близко к проблемному месту и опущена ниже на 50 мм, а подводящий канал литниковой системы, который подводил металл к другой прибыли, решено было вовсе убрать.

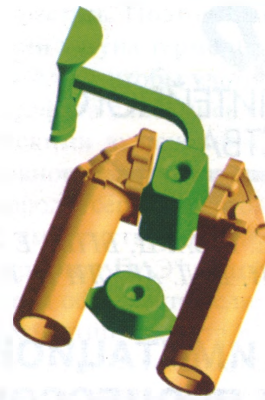


Рис. 4. Компьютерная модель отливки с измененной литниковой системой

При этом моделировалась не вся литниковая система, а только половина, так как вторая половина полностью симметрична. Возможность назначения плоскости симметрии в 2 раза увеличивает скорость моделирования, при этом качество получаемого результата остается прежним.

Для моделирования были использованы такие исходные данные, при которых наблюдалась максимальная пористость в предыдущих расчетах. После окончания процесса моделирования выяснилось, что новая литниковая система является значительно более эффективной. При таком расположении прибылей пористость хоть и образуется в некоторых местах тела отливки, однако не выходит на поверхность, а ее размеры значительно меньше, чем в исходном варианте (рис. 5). Полученные результаты соответствуют существующим требованиям по герметичности отливки.

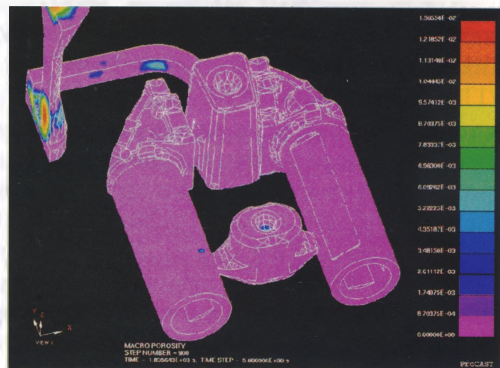


Рис. 5. Распределение пористости в отливке с новой литниковой системой

На рис. 6 и 7 показан процесс затвердевания отливки до и после изменения литниковой системы. Из рис. 7 видно, что происходит направленное затвердевание металла от отливки к прибыли, которое обеспечивает отсутствие пористости.

Таким образом, имитационное моделирование позволяет достичь желаемого результата без дополнительных затрат на изготовление и изменение оснастки, а также существенно сократить сроки подготовки производства новой отливки.

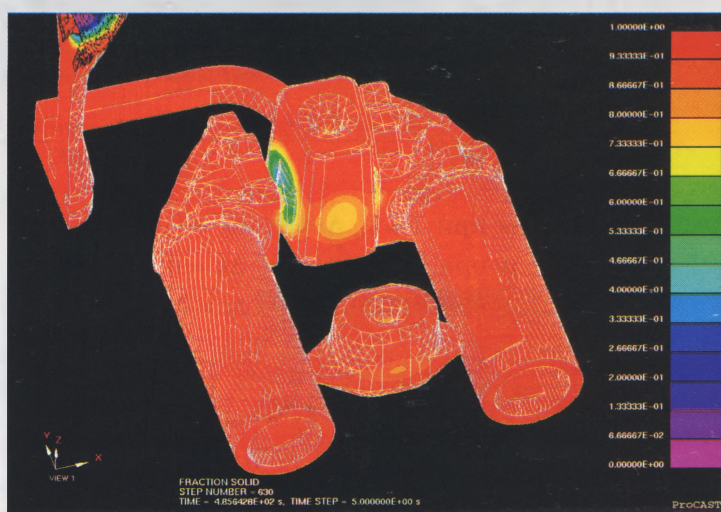
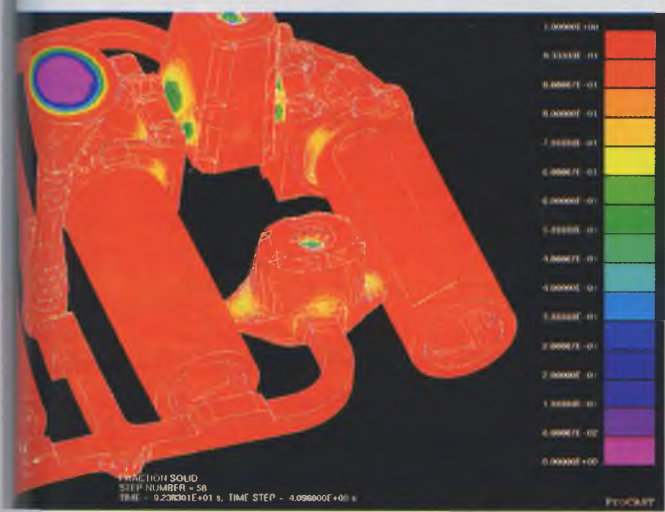
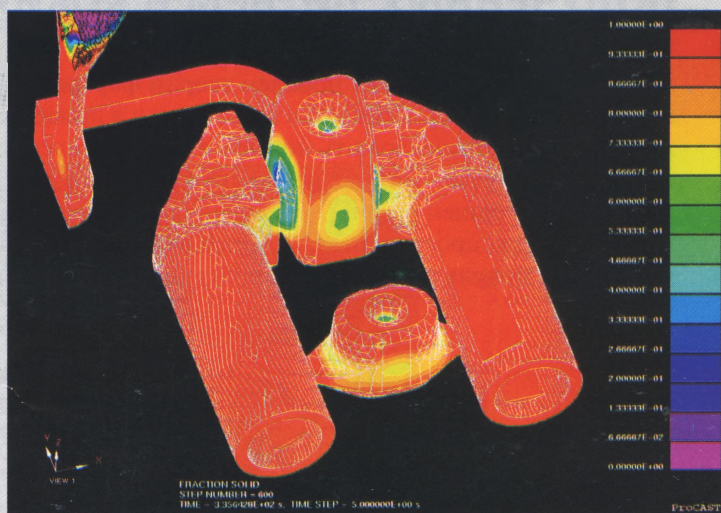
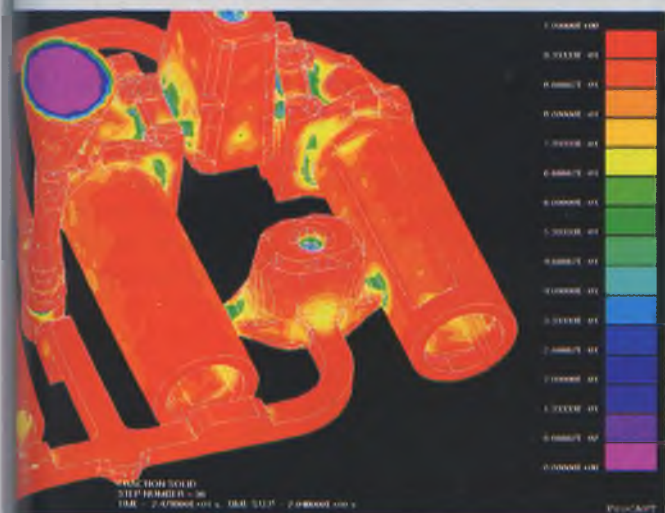
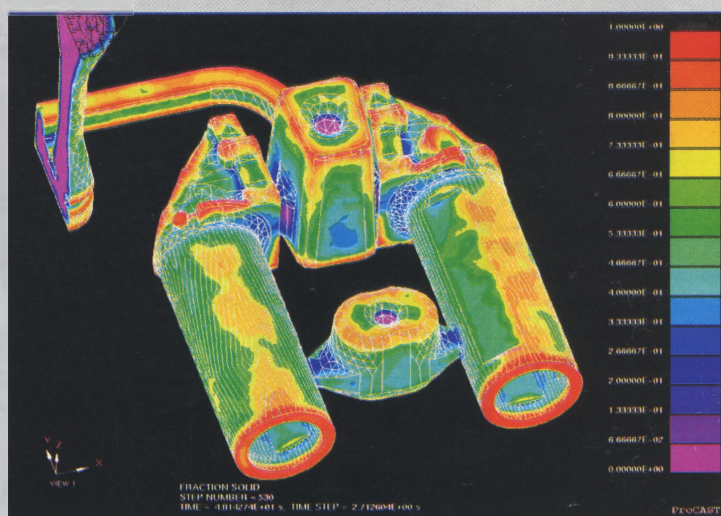
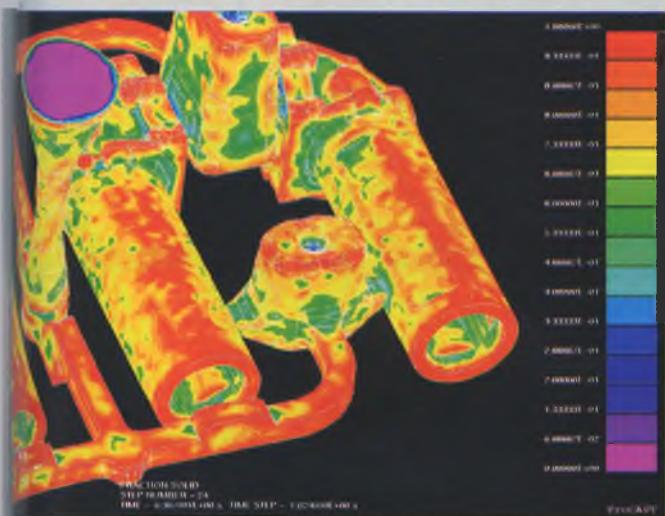


Рис. 6.

Рис. 7.

МЫ ЗНАЕМ ПРАВИЛЬНУЮ КОМБИНАЦИЮ



Официальный дистрибутор  
CAD/CAM/CAE систем:  
Unigraphics, Solid Edge,  
ProCAST

ИП "Микро Экспресс"  
Республика Беларусь, г. Минск  
ул.Кропоткина 89, 8 этаж

Тел.+375(17)2347515,+375(17)2347123  
факс.+375(17) 2347515  
e-mail: info@microexp.com.by  
http://www.microexp.com.by