

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПИТАНИЯ И КАЧЕСТВА ОТЛИВОК

А. Г. Дюбенков

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. А. Жаранов

Цель настоящей работы – сравнительный анализ существующих и разрабатываемой алгоритмических схем автоматизации, которые могут быть использованы в САПР литейного производства для разработки и совершенствования технологического процесса изготовления отливки с целью снижения сроков проектирования технологической оснастки, включающей выбор литниковой системы, режимов заливки металла и повышения качества технологического процесса изготовления отливок.

В литейных цехах во всем мире предпринимаются большие усилия для минимизации затрат на производство для повышения их конкурентоспособности. В то же время литейные цеха должны соответствовать повышенным требованиям к качественному литью.

Одна из областей исследования, в которой можно обеспечить экономию, – это разработка эффективной литниковой системы. Цель и, пожалуй, самая важная причина для создания и проектирования литниковой системы заключается в том, чтобы транспортировать расплавленный металл в полость формы. Одно из них состоит в том, что литниковая система должна обеспечивать такие условия, чтобы поток расплава был как можно более спокойным и когерентным, но не был настолько медленным, чтобы расплав затвердевал до заполнения формы. В то же время литниковая система должна весить как можно меньше, чтобы улучшить коэффициент соотношение веса отливок и веса заливаемого металла, т. е. выход годного. Часто плохо спроектированная литниковая система может вызывать окисление расплава и его газонасыщение, что снижает качество отливки.

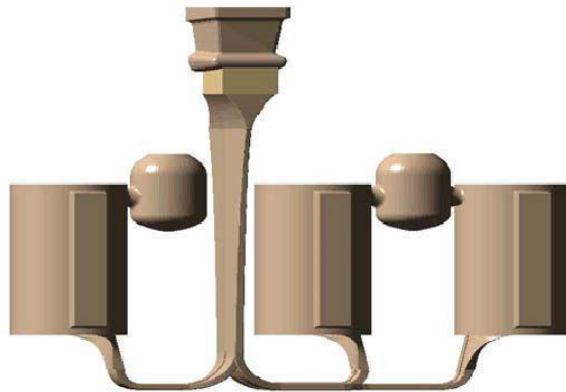


Рис. 1. Литниково-питающая система, спроектированная с применением принципов оптимизации потоков (система плавного заполнения)

В настоящее время созданы и широко используются компьютерные программы для расчета и моделирования работы прибылей. Однако они имеют существенный недостаток: не учитывают все многообразие отливок и тех факторов, которые влияют на эффективность действия прибылей. Так, например, на работу прибылей существенное влияние оказывает повышение температуры металла за счет обогрева прибылей экзотермическими элементами. Существующие программы пока еще не учитывают этот фактор вследствие недостаточной изученности всех особенностей этого процесса.

Во время проведения компьютерного моделирования при анализе заполнения форм металлом важнейшими этапами являются следующие:

- 1) подготовка исходных данных по отливке, литниковой системе, теплофизическим данным расплава, а также начальные условия заливки (температура формы и металла);
- 2) моделирование температурного поля системы «литниковая система–отливка–форма»;
- 3) моделирование поля скоростей в форме;
- 4) моделирование поля плотности кристаллизующегося металла в форме;
- 5) анализ недоливов и пористости в отливке на основе результатов моделирования поля температур скоростей и плотностей.



Рис. 2. Пример классического подхода к проектированию литниково-питающих систем

К сожалению, найти идеальный вариант литниковой системы невозможно из-за их многообразия. Но можно максимально приблизить. Для этого нужны несколько этапов разработки.

Этапы разработки могут быть представлены в следующем виде:

- 1) сформируем N вариантов технологического процесса, отличающихся литниковыми системами и начальными условиями заливки;
- 2) смоделируем N вариантов температурного поля системы «литниковая система–отливка–форма»;
- 3) смоделируем N вариантов поля скоростей в форме;
- 4) смоделируем N вариантов поля плотности кристаллизующегося металла в форме;
- 5) для N вариантов на основе поля температур скоростей и плотностей рассчитаем распределение недоливов и пористости в отливке;
- 6) на основе критериев оптимизации процесса заполнения формы построим по ранжиру варианты в сторону наилучшего с технологической точки зрения варианта.

Для реализации этапа 6 было разработано пять критериев для оценки технологического варианта.

В качестве первого критерия использован коэффициент заполняемости, который определяется как количество сеточных элементов формы, не заполненных металлом. Чем больше это количество, тем выше вероятность образования дефектов типа недолив при заполнении формы.

В качестве второго критерия используется коэффициент температуры заливки, которая является энергетической составляющей технологического варианта. Чем выше температура заливки, тем больше энергии затрачено на получение годной отливки.

В качестве третьего критерия используется коэффициент массы литниковой системы. Чем больше коэффициент массы литниковой системы, тем большее количество металла и энергии необходимо для получения годной отливки.

В качестве четвертого критерия используется коэффициент плавности заполнения формы, который определяется как сумма квадратов скоростей каждого сеточного элемента во всем временном промежутке заполнения. Чем больше этот коэффициент, тем больше абсолютная составляющая скоростного поля и выше ее влияние на стенки формы. То есть при увеличении этого коэффициента увеличивается вероятность размыва формы.

В качестве пятого критерия (коэффициент неравномерности заполнения) используется величина, равная сумме отклонений ячейных скоростей от средней скорости в данный момент времени. Чем больше этот коэффициент, тем выше вероятность захвата воздуха и неметаллических частиц в отливку. Каждый из критериев позволяет ранжировать технологические варианты.