

**Особенности формирования структуры и свойств отливок,
получаемых литьём под высоким давлением**

Студент гр.104116 Зорик А.С.
Научный руководитель – Михальцов А.М.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Технологический цикл литья под давлением состоит из процессов заполнения и подпрессовки. Основными недостатками процесса литья под давлением являются повышенное газосодержание и пористость изготавливаемых отливок. Наилучшие условия формирования отливки – заполнение с наименьшим захватом газов из полости формы с последующим уплотнением при направленном затвердевании отливки. Процесс передачи давления на металл, находящийся в полости формы, в период от окончания заполнения до полного затвердевания отливки называется подпрессовкой. В процессе подпрессовки осуществляется сжатие газовых включений, уменьшается усадочная пористость и улучшается структура металла. Однако не следует считать, что с помощью подпрессовки можно полностью устранить газовую пористость.

Пористость отливок при литье под давлением обусловлена не только усадкой, но также механическим запутыванием газов в запрессовываемом металле. Количество газов, замешиваемых металлом в процессе запрессовки, определяется рядом факторов, среди которых следует выделить скорости прессования и впуска, характер заполнения, наличие и действенность вентиляции, а также газотворность используемых смазок.

Для удаления газов из полости формы используют вентиляционные каналы, располагаемые, в основном, по разьёму формы. Расположение вентиляционных каналов определяется характером заполнения полости формы. Если полость формы заполняется сплошным ламинарным или турбулентным потоком, то вентиляционные каналы располагаются в местах, которые заполняются в последнюю очередь. При заполнении дисперсным потоком вентиляционные каналы рекомендуется располагать на всех участках заполнения.

Одной из причин пористости и повышенного газосодержания в отливках является газовыделение смазок, наносимых на рабочую поверхность пресс-форм, камеры прессования и прессующего поршня. Анализ смазок показывает, что в своём составе большинство из них содержат в качестве смазывающего компонента минеральные масла, парафин, воск, жиры, и растительные масла. При контакте с металлом указанные материалы подвергаются термической деструкции с образованием большого количества газообразных продуктов, что и обуславливает их отрицательное влияние на газосодержание и пористость отливок.

Для снижения пористости и газосодержания отливок с использованием мер технологического порядка (вентиляции, подпрессовки, низкогазотворные смазки) применяют также специальные мероприятия: литьё сплавов в твёрдо-жидком состоянии, кислородный способ литья, а также литьё под давлением с вакуумированием полости формы и камеры прессования.

**Анализ процесса затвердевания пробы расплава с использованием компьютерного
термического анализа кривых охлаждения литейных сплавов**

Студент гр.104126 Шестюк И.В.
Научный руководитель – Рафальский И.В.
Научный консультант – аспирант Лущик П.Е.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Использование компьютерных систем проектирования и моделирования литейных процессов при создании технологического процесса обеспечивает разработку оптимальной и экономичной технологии изготовления отливок. Использование таких систем в производстве дает возможность минимизировать затраты уже на стадии подготовки технологического процесса за счет построения возможных технологических решений на компьютере.

Процесс построения компьютерных моделей отливок состоит из четырех основных этапов: проектирование трехмерных моделей отливки; построение конечно-элементной сетки на основе созданной трехмерной модели; задание свойств материалов, начальных и граничных условий; расчет заполнения, затвердевания отливки и анализ полученных результатов.

Этап задания свойств материалов, начальных и граничных условий наиболее важен для получения адекватных моделей. На практике программы численного компьютерного моделирования, как правило, ис-

пользуют необходимые для расчета данные (в том числе о температурах фазовых превращений, зависимости выделения твердой фазы и др.) из встроенных в них баз данных, либо рассчитываются с помощью так называемых «термодинамических калькуляторов» на основе равновесных диаграмм состояния. В связи с этим полученные данные в большинстве случаев характеризуют свойства сплавов в равновесном состоянии и, к сожалению, вне связи с реальным технологическим процессом получения отливок. Однако затвердевание литейных сплавов представляет собой весьма сложный процесс, протекающий при неравновесных условиях, под влиянием целого комплекса металлургических факторов, которые значительно, а часто решающим образом, влияют на результаты компьютерного моделирования.

Динамика процессов формирования структуры отливок в условиях неравновесного затвердевания, использование операций модифицирования и рафинирования, применение вторичных материалов для производства отливок, разнообразие составов литейных сплавов и особенностей технологических процессов их получения приводят во многих случаях к невозможности использования «термодинамических калькуляторов» для практических расчетов. Единственно возможным методом получения достоверных значений выделяющейся твердой фазы и теплофизических свойств сплавов, необходимых для адекватного моделирования литейных процессов, остается получение экспериментальных данных.

Решение указанных проблем может быть получено при использовании методов компьютерного термического анализа (КТА) тест-пробы расплава. Идентификация фазовых превращений при неравновесной кристаллизации (определение температур ликвидус и солидус), а также расчет зависимости выделения твердой фазы при использовании методов КТА проводится на основе полученных экспериментальных данных (кривых охлаждения сплава) с использованием математических моделей, являющихся решениями уравнений теплового баланса системы «расплав-форма».

В настоящей работе был выполнен анализ экспериментальных данных, полученных при термическом анализе алюминиевых сплавов в стандартизованные тест-стаканчики. Было установлено, что определение начала кристаллизации сплава и расчет функции выделяющейся твердой фазы осложняются наличием интенсивных «шумовых» помех на участке жидкофазного состояния сплава.

Тем не менее, полученные в работе математические соотношения, связывающие теплофизические свойства сплава с температурно-временными зависимостями, позволяют проводить вычисления выделяющейся в интервале кристаллизации твердой фазы литейного сплава и идентифицировать момент начала кристаллизации сплава по кривым охлаждения сплавов с использованием стандартизованных наливных измерительных тест-стаканчиков при проведении термического анализа. Полученные результаты обеспечивают возможность корректной оценки значений коэффициента теплоотдачи при расчетах процесса выделения твердой фазы в литейных сплавах и использовании данных термического анализа кривых охлаждения сплавов с применением наливных тест-проб для получения адекватных компьютерных моделей литейных процессов.