



The author presents the procedure of working out of a mathematic model of forming gas shrinkage porosity in castings of cast iron with globular graphite

О. С. КОМАРОВ, В. М. КОРОЛЕВ, Д. О. КОМАРОВ, Г. Ф. ЛИВШИЦ, БГПА

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОУСАДОЧНОЙ ПОРИСТОСТИ В ОТЛИВКАХ ИЗ ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ

УДК 621.74

Проблема ликвидации газоусадочной пористости в отливках из чугуна с шаровидным графитом актуальна для литейного производства, так как для ряда заготовок, например поршневых колец индивидуальной отливки, блока цилиндров и др., брак по этой причине превышает 10% от объема производства. Размеры и характер расположения пор являются функцией многих переменных величин технологического процесса литья (степень газонасыщения расплава, влажность и газопроницаемость смеси, скорость охлаждения, наличие инородных частиц в расплаве, величина ферростатического и внешнего давления, ширина двухфазной зоны в процессе затвердевания, число центров кристаллизации и т.д.), степень влияния каждой из которых в реальных условиях оценить невозможно. В связи с этим следует признать необходимым создание математической модели формирования пористости, анализ которой с помощью ЭВМ позволит оценить степень влияния каждого из фактов и разработать оптимальные варианты технологии производства отливок.

Газовые включения могут образовываться в различные периоды остывания и затвердевания расплава полости формы. В перенасыщенном растворенным газом металле пузырьки газа могут зародиться вследствие снижения растворимости газа, наблюдаемого по мере охлаждения расплава от температур заливки до появления твердой фазы. Образующиеся пузырьки всплывают на поверхность. Их рост в этот период определяется законами диффузии из расплава в газовый пузырь при малых числах Пекле [1]. Время роста ограничивается появлением аустенитно-графитной (А-Г) эвтектики для сплава эвтектического состава или дендритов первичного аустенита для доэвтектических сплавов. Оно может быть установлено на основании решений тепловой теории литья [2].

Появление твердой фазы изменяет условия роста. Прекращается движение пузырька, а степень насыщения расплава газом возрастает вследствие его меньшей растворимости в твердой фазе.

Если состав чугуна соответствует эвтектическому, то до встречи фронтов кристаллизации, растущих навстречу ячеек, расплав обладает достаточной подвижностью и в нем не возникает растягивающих напряжений. Рост пузырьков происходит по законам диффузии, т.е. подчиняется закону квадратного корня от времени [1]. Момент образования жесткого скелета твердой фазы может быть установлен для известных технологических параметров на основании решений [3].

После образования скелета в оставшемся между сферами А-Г эвтектики расплаве появляется растягивающее напряжение, происходит делатация (разрыв) жидкости и начинается образование газоусадочной пористости. Зависимости для расчета момента и частоты разрывов, учитывающие скорости образования твердой фазы, коэффициенты распределения газа между твердой и жидкой фазой и фильтрацию расплава в межзеренных пространствах, могут быть заимствованы из теории двухфазной зоны [4–6]. Кинетика роста А-Г ячеек и удельный объем твердой фазы рассчитываются на основании уравнений, приведенных в работе [3].

В зависимости от условий роста пузырьки могут принять различные очертания. В том случае, когда диффузионные процессы переноса газа в расплаве опережают усадочные процессы (с учетом фильтрации расплава), давление в пузырьке выше суммы внешнего и ферростатического давления и пузырек сохраняет округлые очертания. В обратном случае он деформируется, вытягиваясь вдоль по межзеренным пространствам.

Следует иметь в виду, что газоусадочная пористость образуется в пересыщенном углеродом расплаве, вследствие чего углерод в виде графита будет выделяться на поверхности пора—расплава, залечивая пору. Процесс зарастивания поры графитом определяется диффузией углерода из пересыщенного расплава и решения, необходимые для его учета, приведены в работе [3].

Совокупность рассмотренных уравнений составляет математическую модель формирования газоусадочной пористости в отливках из чугуна

с шаровидным графитом, позволяющую с помощью ЭВМ производить количественный анализ влияния таких факторов, как скорость охлаждения расплава, число центров кристаллизации, степень насыщения расплава газом и других факторов, на объем и характер распределения пор в отливках. Сама модель здесь не приводится, но при необходимости все составляющие модель уравнения могут быть взяты из приведенных работ.

Литература

1. Проблемы дегазации расплава. М.: Наука, 1972.
2. Вейник А. И. Теория затвердевания отливки. М.: Машгиз, 1960.
3. Комаров О. С. Термокинетические основы кристаллизации чугуна. Мн.: Наука и техника, 1982.
4. Борисов В. Т., Виноградов В. В., Колядина Н. Ю. // Изв. АН СССР. Сер. Металлы. 1986. № 2. С. 54—58.
5. Журавлев В. А., Колодкин В. М. // Изв. АН СССР. Сер. Металлы. 1986. № 3. С. 61—65.
6. Соболев В. В. // Изв. АН СССР. Сер. Металлы. 1985. № 5. С. 56—63.

**Комитет экономики и промышленной политики
Администрации Санкт-Петербурга,
Союз промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга,
Международный союз металлургов и Выставочное объединение "РЕСТЕК"**
**приглашают Вас принять участие
в III Международной специализированной выставке**

"Металлургия 2001"

**(сырье, технологические процессы, оборудование, готовая продукция)
19—22 июня 2001 года**

Санкт-Петербург, Михайловский манеж

Санкт-Петербург является крупнейшим мегаполисом на Северо-Западе России. В последние годы на территории города и Ленинградской области развернулись ширококомасштабные проекты, среди которых строительство нового таможенного терминала, трех новых портов и подъездных путей к ним, запущена в эксплуатацию первая очередь нефтеналивного терминала в Санкт-Петербурге, на очереди ввод в эксплуатацию терминала в Приморске. Кроме того, постоянно растут объемы жилищного строительства. На этом фоне не случаен резкий рост потребления металла в регионе.

Санкт-Петербург — лучшее место на Северо-Западе России для проведения выставки "Металлургия 2001"

Тематические разделы выставки

- Добыча и переработка сырья для черной и цветной металлургии
- Черная и цветная металлургия. Производство металлов и сплавов
Производство чугуна, выплавка стали, ферросплавы, огнеупоры, переработка вторичных металлосодержащих ресурсов, экологические аспекты
- Готовая продукция. Производство и торговля
Заготовки. Прокат черных и цветных металлов, трубы, проволока, листы, профиль и др. Метизы. Электроды. Металлоизделия
- Оборудование. Технологии
Оборудование для металлургических производств, оснастка, новые технологии и материалы, контрольно-измерительная аппаратура
- Подготовка специалистов для металлургических производств
- Сертификация металлургической продукции