

УДК 621.74

Кукуй Д. М., Николайчик Ю. А., Судник Л. В.

О ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА РАСПЛАВ – ПРОТИВОПРИГАРНОЕ ПОКРЫТИЕ – ФОРМА

В настоящее время существенный прогресс в литейном производстве может быть обеспечен высокими темпами автоматизации и внедрения новейших технологий, включая информационные: системы автоматизированного проектирования (САД), системы инженерного анализа (САЕ) [1–3].

Целью работы было показать возможность качественной и количественной оценки вероятности образования и предотвращения поверхностных дефектов отливок с использованием средств моделирования физических процессов на границе раздела расплав – форма («р-ф») и расплав – противопригарное покрытие – форма («р-п-ф»). В качестве инструмента позволяющего выполнить расчеты и получить визуальную картину процессов протекающих на границе раздела «р-ф» и «р-п-ф» использована система компьютерного моделирования литейных процессов (СКМ ЛП) «ПолигонСофт» [4].

Анализ процессов на границе раздела «р-ф» и «р-п-ф» выполнен для ступенчатой технологической пробы (рис. 1). Толщина стенки отливки изменяется от 10 до 50 мм. Для сопоставления результатов в одной литейной форме предполагается изготовление двух отливок (одна часть формы окрашена, вторая без покрытия). Трехмерная модель литейной формы в сборе и отливки построена в среде «SolidWorks». Генерация конечно-элементной сетки выполнена в «COSMOSDesignSTAR».

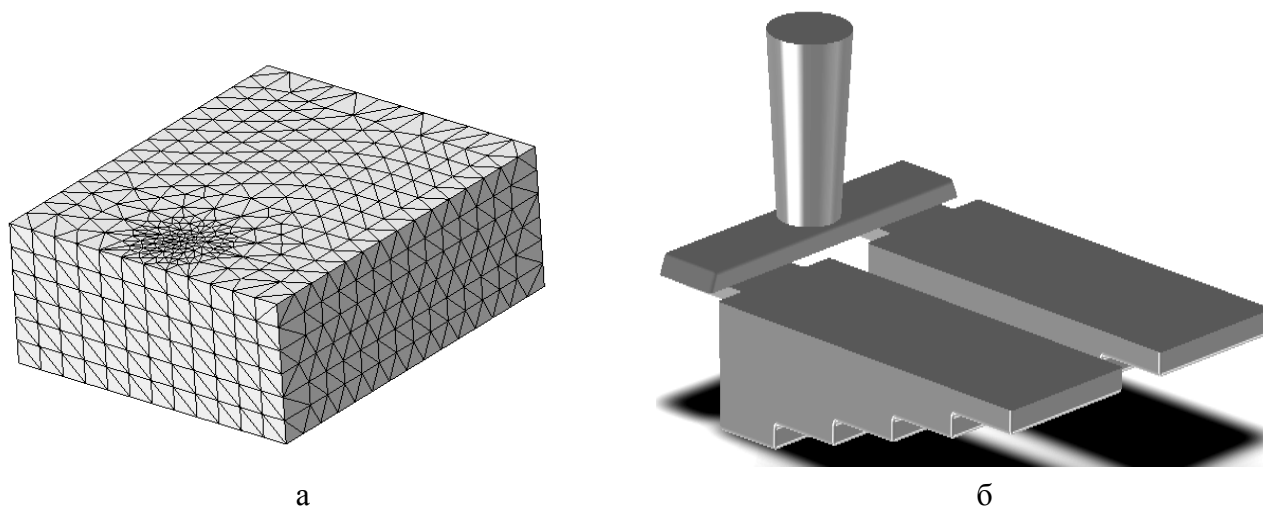


Рис. 1. Технологическая ступенчатая проба для изучения процессов пригарообразования: а – 3D-модель отливки с литниково-питающей системой; б – литейная форма в сборе с конечно-элементной сеткой

Работа с системой компьютерного моделирования литейных процессов (СКМ ЛП) «ПолигонСофт» построена по модульному принципу. Подготовка к расчету включает в себя подготовку сеточной модели расчетной области в предпроцессоре «Мастер-3D». Этот модуль позволяет проанализировать качество конечно-элементной сетки, сориентировать модель относительно вектора силы тяжести, присвоить отдельным элементам тип отливка/форма

и задать индексы объемов и границ. В нашем случае одной из границ форма-отливка (окрашенная часть формы) присваивается отдельный индекс отличный от индекса неокрашенной части формы.

Определение граничных (ГУ) и начальных (НУ) условий выполняется в предпроцессоре «Сплав». Индексам границ и объемов присваиваются соответствующие теплофизические свойства. Так для противопригарных покрытий на различных огнеупорных наполнителях существует возможность учесть коэффициент теплопроводности, толщину покрытия, теплоемкость, теплоаккумулирующую способность и степень черноты.

По известному химическому составу материала отливки (табл. 1), синтезированы тепловые свойства сплава.

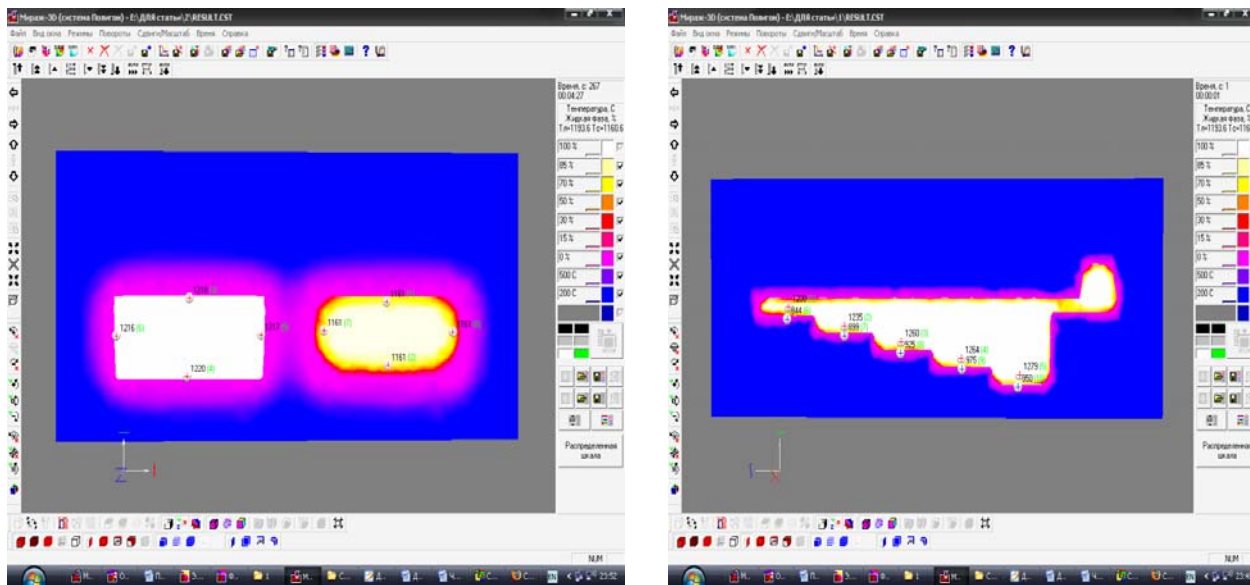
Таблица 1

Химический состав чугуна

C	Si	Mn	S	P
3,40	1,60	0,80	0,08	0,12

Расчет процессов гидродинамики заполнения формы и кристаллизации расплава выполнен в модулях «Эйлер» и «Фурье-3D» соответственно.

Визуализировать картину расчетов и получить численные значения распределения скоростей движения расплава, температур, давлений и усадочных дефектов позволяет модуль «Мираж-3D».

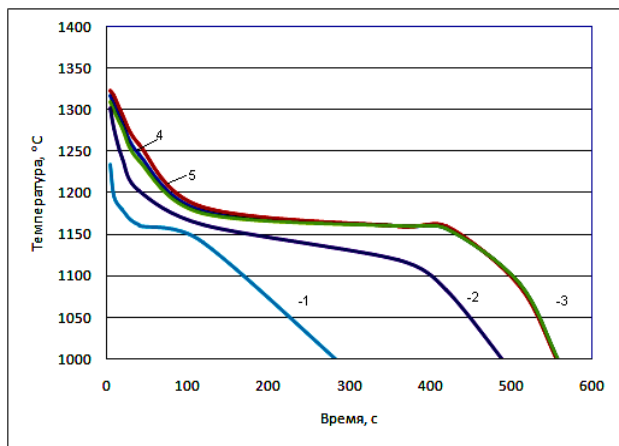


а

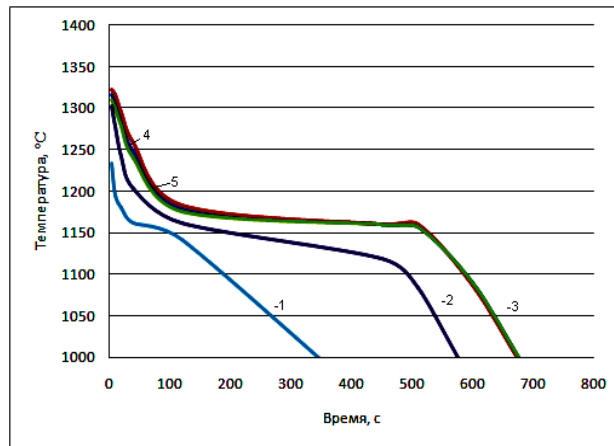
б

Рис. 2. Распределение температуры в отливке и форме в процессе кристаллизации: а – продольное сечение окрашенной части формы; б – поперечное сечение формы

Динамика изменения температуры в процессе кристаллизации отслеживалась в контрольных точках на ступенях технологической пробы (толщина стенки изменяется от 10 до 50 мм), как в отливке, так и в форме (рис. 2).



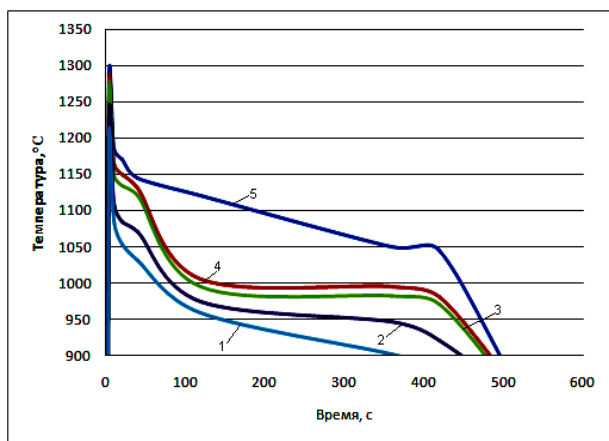
а



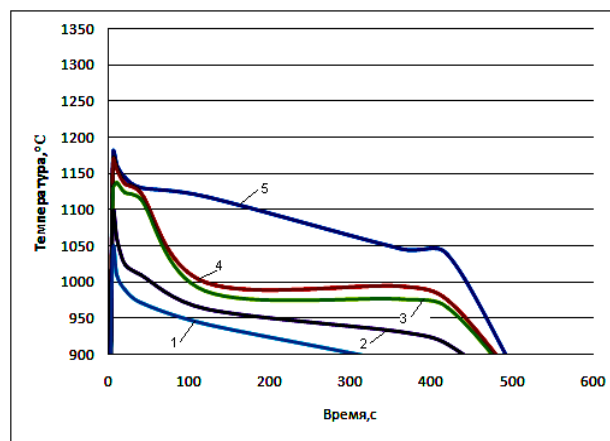
б

Рис. 3. Динамика изменения температуры в отливке:

а – неокрашенная форма; б – окрашенная форма; 1, 2, 3, 4, 5 – изменение температуры в контрольных точках с толщиной стенки отливки 10, 20, 30, 40, 50 мм соответственно



а



б

Рис. 4. Динамика изменения температуры в форме:

а – неокрашенная форма; б – окрашенная форма; 1, 2, 3, 4, 5 – изменение температуры в контрольных точках с толщиной стенки отливки 10, 20, 30, 40, 50 мм соответственно

ВЫВОДЫ

Выполненные расчеты процессов гидродинамики заполнения формы и кристаллизации позволяют проследить динамику изменения температуры (рис. 3–4) и давлений на границе раздела «р-ф» и «р-п-ф». На основании полученных физических данных возможно правильно подобрать защитное противопопригарное покрытие и спрогнозировать будущее качество поверхности отливки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шпак Е. Практическое применение систем компьютерного моделирования литейных процессов / Е. Шпак // *Литейщик России*. – 2002. – № 2. – С. 56–59.
2. Чичко А. Н. Комплекс программных средств «Пролит» для моделирования процессов и охлаждения расплавов / А. Н. Чичко, В. Ф. Соболев, С. Г. Лихоузов // *Программные продукты и системы*. – 2002. – № 4. – С. 47–48.
3. Тараненко Н. А. Виртуальное моделирование технологического процесса отливки «Брус» с использованием СКМ PROCAST : материалы международной научно-технической конференции / Н. А. Тараненко, Ю. И. Гутько. – Краматорск, 2008 г. – С. 138.
4. Справочное руководство пакета программ «ПолигонСофт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.poligonsoft.ru/rus/price.htm>.