



УДК 621.74

Поступила 09.10.2014

С. Г. ЛИХОУЗОВ, А. Н. ЧИЧКО, В. Ф. СОБОЛЕВ, Ю. В. ЯЦКЕВИЧ, Т. В. МАТЮШИНЕЦ,
О. А. САЧЕК, О. И. ЧИЧКО, БНТУ

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕЧЕНИЯ ЧУГУНА В ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ И ФОРМЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОТЛИВКИ ВАКУУМНО-ПЛЕНОЧНЫМ МЕТОДОМ

Целью статьи является моделирование процесса течения чугуна в литниковых системах, используемых в вакуумно-пленочных формах. На основе полученных результатов можно сделать вывод о широких возможностях разрабатываемого метода выбора литниковых систем, используемых при изготовлении отливок вакуумно-пленочным методом.

Purpose of the article is modeling of process of cast iron flowing in the gating systems used in vacuum-film molds. On the basis of the received results it is possible to deduce on great opportunities of the developed method of choice the gating systems used at production of castings by vacuum-film method.

Данная статья является развитием научного направления, связанного с разработкой методов моделирования процессов течения металла в литниковых системах, используемых при изготовлении отливок вакуумно-пленочным методом [1, 2].

Целью статьи является моделирование процесса течения чугуна в литниковых системах, используемых в вакуумно-пленочных формах.

В качестве отливки использовали 3d-модель чугунной отливки «Корпус», которая была построена в системе Solid Works. Для чугунной отливки «Корпус» литниковой системы было проведено моделирование динамики заполнения формы расплавленным металлом. На рис. 1 представлено схематичное расположение характерных точек, выбранных для исследования зависимостей изменения скоростей и температур от времени заливки в процессе заполнения расплавом формы.

В качестве расплава использовали чугун СЧ20, имеющий следующие характеристики: удельная теплоемкость $c_1 = 838$ Дж/(кг·°С); коэффициент теплопроводности $\lambda_1 = 40$ Вт/(м·°С); плотность $\rho_1 = 6900$ кг/м³; $T_{лик} = 1238$ °С; $T_{сол} = 1147$ °С; $T_{зал} = 1400$ °С. В качестве формы использовали песчаную смесь со следующими характеристиками: удельная теплоемкость $c_2 = 120$ Дж/(кг·°С); коэффициент теплопроводности $\lambda_2 = 0,4$ Вт/(м·°С) (вакуумная формовка); плотность $\rho_2 = 1600$ кг/м³.

На рис. 2 показана динамика заполнения отливки «Корпус» для варианта с суживающейся литниковой системой в различные моменты времени с использованием вакуумной формовки. Красный цвет соответствует расплаву, синий – воздуху, коричневый – областям закристаллизовавшегося металла. Как видно из рисунка, отливка полностью заполняется за 32 с без образования недоливов. При этом не наблюдается участков с закристаллизованным металлом к моменту окончания заливки. На рис. 3 представлены распределения температур на поверхности отливки

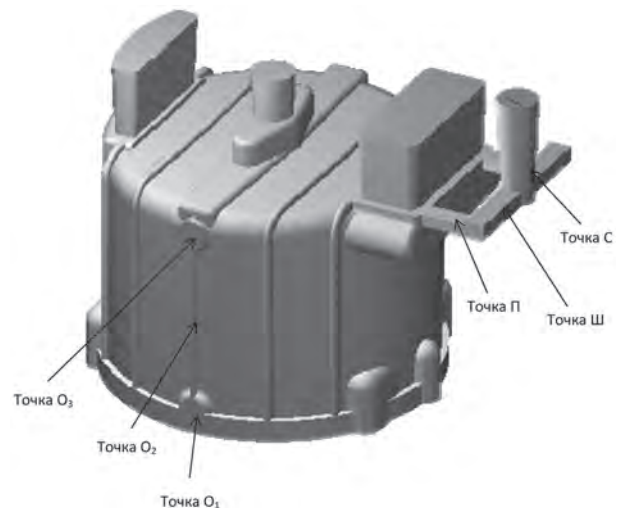


Рис. 1. Вариант с суживающейся литниковой системой отливки «Корпус»

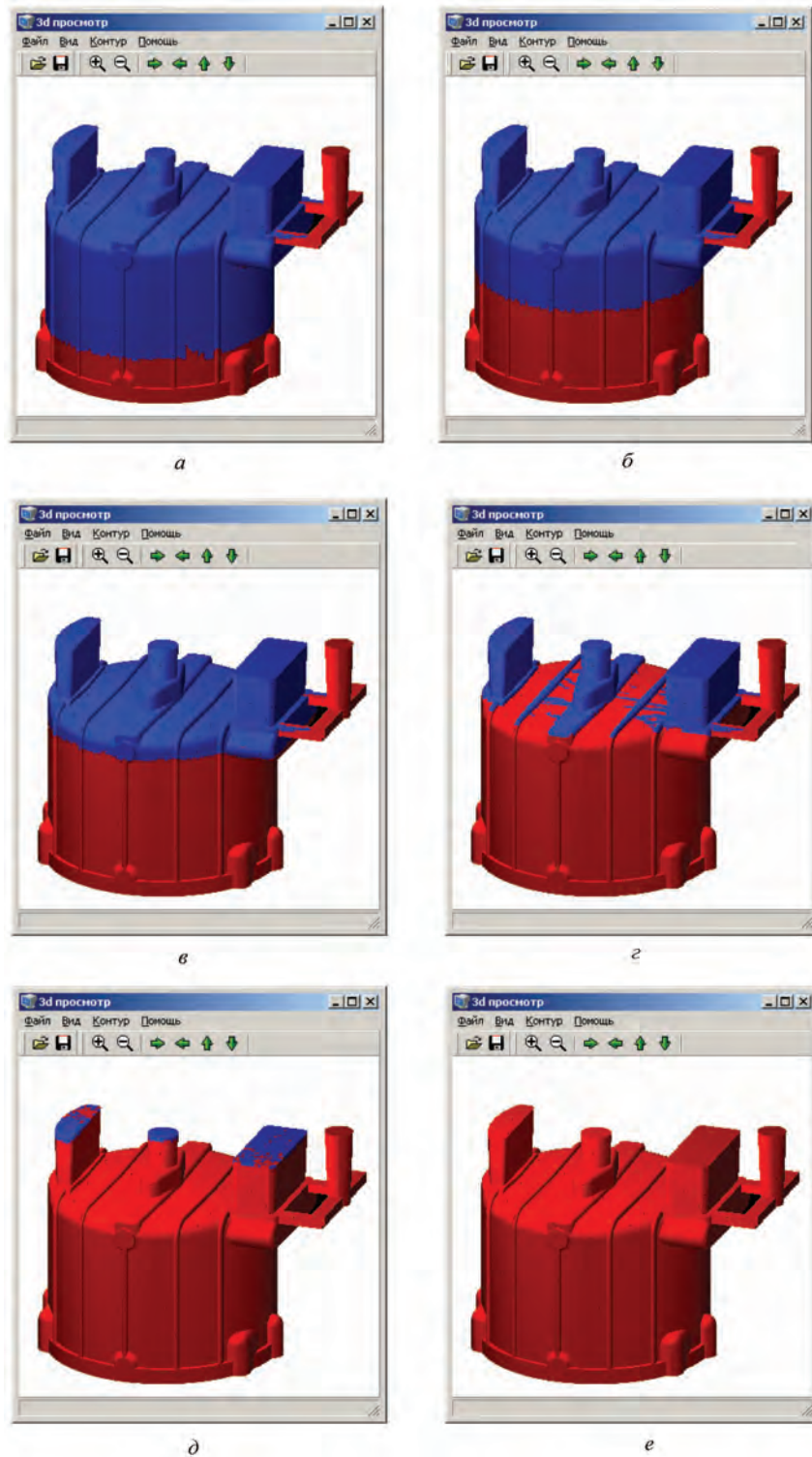


Рис. 2. Моделирование. Динамика заполнения отливки «Корпус» для варианта с суживающейся литниковой системой в различные моменты времени: а – 6 с; б – 12; в – 18; г – 24; д – 30; е – 32 с

«Корпус» в разные моменты времени. К моменту заполнения верхней части отливки на ее поверхности различимы участки горячего металла, который поступает через питатели в форму, разогревая ее поверхность.

На рис. 4 представлены распределения температур по сечению XU в области питателя отливки

«Корпус» для варианта с суживающейся литниковой системой в различные моменты времени (плоскость $Z = 39$). Как видно из рисунков, до момента времени 24 с температура металла в ближней к питателю части отливки находится на уровне температуры заливки. К моменту окончания заливки температура в обеих частях отливки уменьшается и только участок

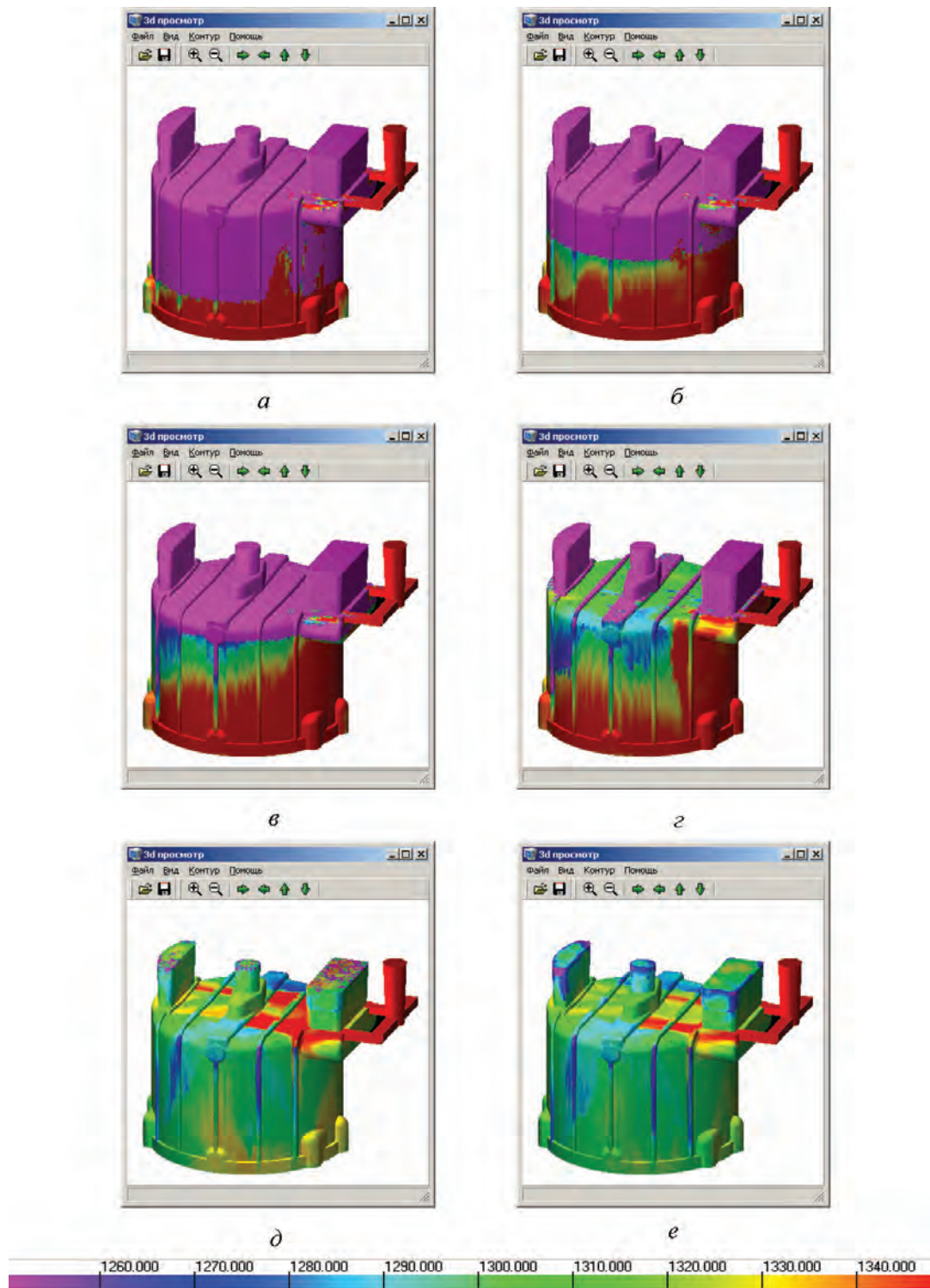


Рис. 3. Моделирование. Распределение температур на поверхности отливки «Корпус» для варианта с суживающейся литниковой системой в различные моменты времени: *a* – 6 с; *б* – 12; *в* – 18; *г* – 24; *д* – 30; *e* – 32 с

на выходе из питателя сохраняет температуру, близкую к температуре заливки.

На рис. 5 показана зависимость значений скоростей расплава от времени заливки для варианта с суживающейся литниковой системой с чугунной отливкой «Корпус» в выделенных точках стояка, шлакоуловителя и питателя (см. рис. 1). Как

видно из рисунка, максимальные скорости потока от 6,0 до 6,5 м/с характерны для питателя, минимальные скорости потока от 3,9 до 4,5 м/с – для стояка. После момента времени 26 с происходит снижение скоростей заливки для всех выбранных для исследования точек, что объясняется заполнением части отливки до уровня пита-

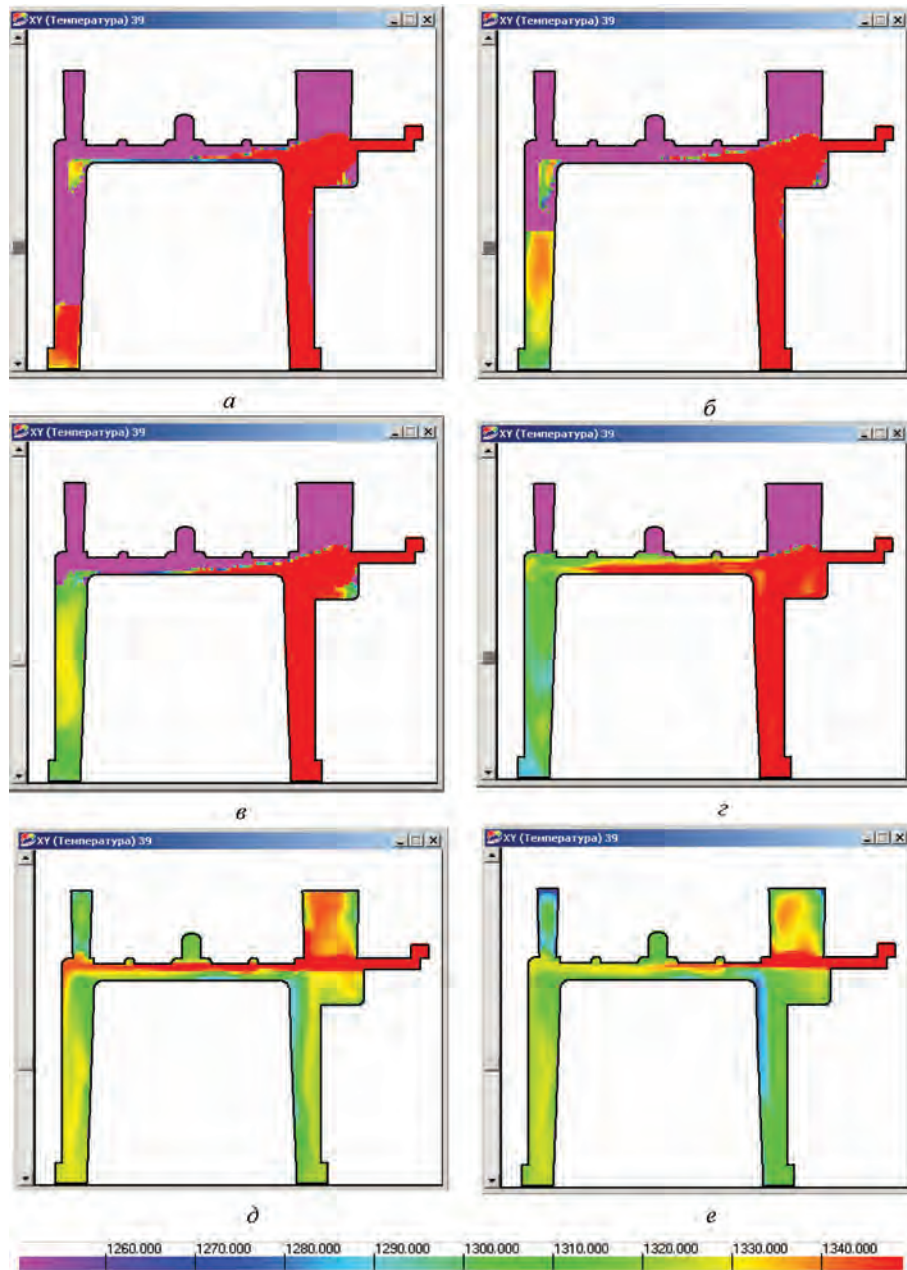


Рис. 4. Моделирование. Распределение температур по сечению в области питателя отливки «Корпус» для варианта с суживающейся литниковой системой в различные моменты времени (плоскость $XYZ=39$): а – 6 с; б – 12; в – 18; з – 24; д – 30; е – 32 с

теля и последующим снижением статического напора.

На рис. 6 представлены зависимости значений проекций на оси координат скоростей расплава от времени заливки для варианта с суживающейся литниковой системой с чугунной отливкой в выделенных точках стояка, шлакоуловителя и питателя (см. рис. 1). Как видно из рисунка, максимальные величины проекций скоростей на ось X достигаются в питателе, на ось Y – в стояке, на ось Z – в шлакоуловителе, что связано с ориентацией литниковой системы в пространстве. Следует отметить, что значимые величины проекции скоростей практически совпадают со значениями абсолютных зна-

чений скоростей в выбранных точках и в дальнейшем можно ограничиться рассмотрением и сравнением абсолютных значений скоростей для ана-

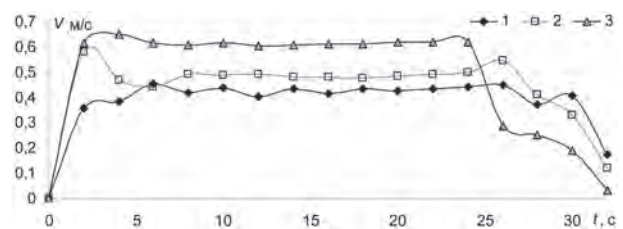


Рис. 5. Расчетная зависимость значений скоростей расплава от времени заливки для варианта с суживающейся литниковой системой в выделенных точках (см. рис. 1): 1 – точка С (стояк); 2 – точка III (шлакоуловитель); 3 – точка II (питатель)

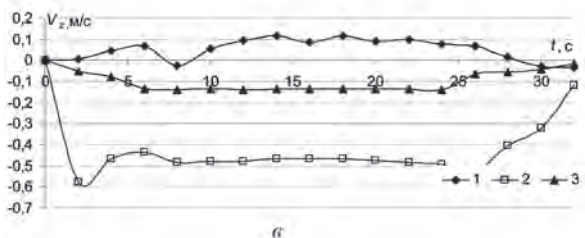
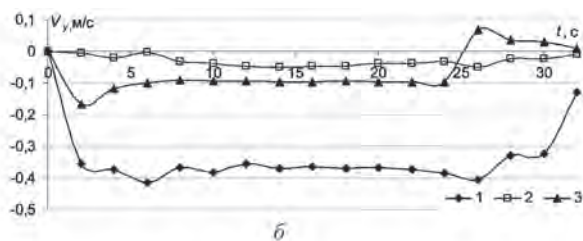
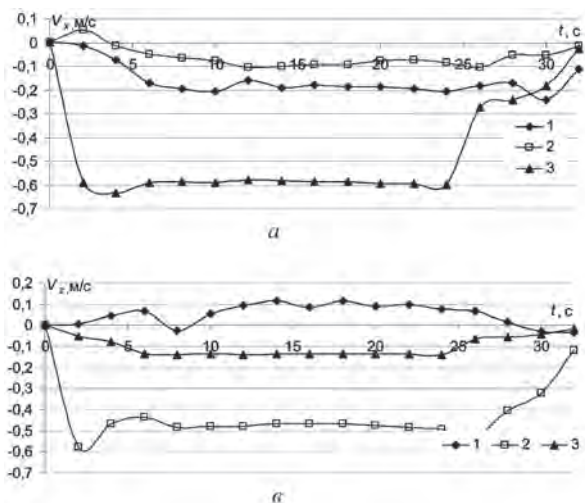


Рис. 6. Расчетная зависимость значений проекций на оси координат скоростей расплава от времени заливки для варианта с суживающейся литниковой системой в выделенных точках (см. рис. 1): а – проекция на ось X; б – проекция на ось Y; в – проекция на ось Z; 1 – точка С (стояк); 2 – точка Ш (шлакоуловитель); 3 – точка П (питатель)

лиза поведения потока расплава в рассматриваемых в работе вариантах литниковых систем.

На основе полученных результатов можно сделать вывод о широких возможностях разрабатываемого метода выбора литниковых систем, используемых при изготовлении отливок вакуумно-пленочным методом. Проведенное моде-

лирование динамики заполнения чугунной отливки «Корпус» с помощью разработанного программного обеспечения для расчета литниковых систем отливок позволяет учесть специфику вакуумно-пленочных форм для суживающейся литниковой системы с высоким статическим напором.

Литература

1. Компьютерное моделирование характеристик течения расплава чугуна для отливок, изготавливаемых методом вакуумно-пленочной формовки / А. Н. Чичко [и др.] // *Литье и металлургия*. 2013. № 1. С. 77–82.
2. Компьютерное исследование влияния изменения теплопроводности вакуумно-пленочной формы на характеристики технологии изготовления отливки / А. Н. Чичко [и др.] // *Литье и металлургия*. 2013. № 2. С. 56–61.