

УДК 621.74.041:
669.71

**P.I. Panyshev,
A.S. Lednev,
K.V. Nikitin,
M.A. Yakovlev,
D.F. Salakhutdinov**

Моделирование литниковой системы кокильных корпусных отливок из сплава АК9ч Simulation of the Gating System of Body-Type Chill Castings from AK9ch Alloy

**П.И. Панышев¹, А.С. Леднев², К.В. Никитин¹, М.А. Яковлев³,
Д.Ф. Салахутдинов¹**

¹ СамГТУ; ² ООО «ПроМодель», г. Воронеж; ³ ОАО «Гидроавтоматика»

Основное направление деятельности ОАО «Гидроавтоматика», г. Самара, – производство агрегатов для пневматических, топливных и гидравлических систем общепромышленного, специального и авиационно-космического применения. Основу большинства изделий составляют корпусные литые детали сложной формы из сплавов АК9ч и АК7ч, к которым предъявляют повышенные требования по механическим свойствам и герметичности.

Для устранения зависимости от сторонних поставщиков отливок из этих сплавов на предприятии в 2009 г. был введен в эксплуатацию литейный цех площадью 1300 м² с расчетной годовой мощностью, при односменной работе, до 300 т кокильных отливок.

Отливку *корпус* из сплава АК9ч для изделия типа *жидкостно-маслянный теплообменник* получают на ОАО «Гидроавтоматика» в кокиле. Сплав готовят в индукционной печи из чушкового силумина АК12оч, алюминия А7, магния Мг90. Марганец вводят в виде прессованных таблеток 20%Al–80%Mn. Возврат собственного производства в составе шихты – 40...50%. Дегазация – препаратом «Дегазал». Внутреннюю полость отливки оформляют стержнем из ХТС.

Расплав заливают в предварительно прогретый до 180...200°C кокиль при 680...690°C. В процессе литья не допускается перегрев кокиля > 300°C. Время: заполнения кокиля 30...35 с, затвердевания отливки в форме ~ 5 мин. К отливкам после механообработки предъявляют повышенные требования по герметичности при пневмоиспытаниях в водной среде.

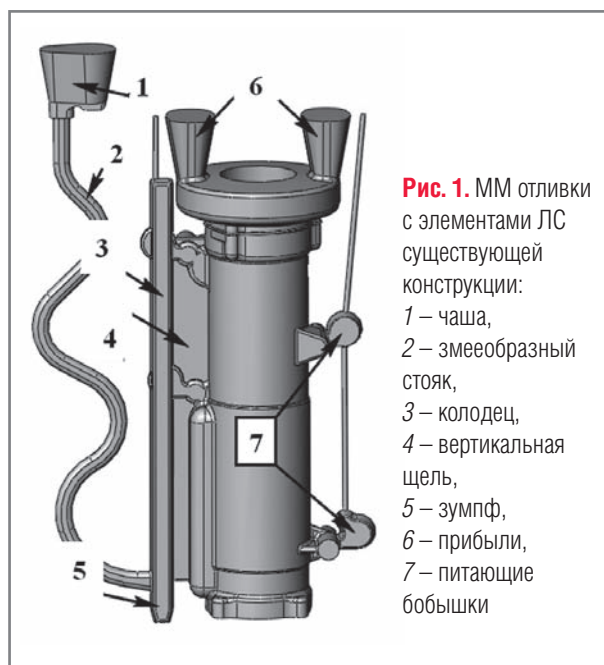
При существующей конструкции литниковой системы (ЛС) до 50...70% отливок не выдерживали испытаний на герметичность. Исправимые дефекты ус-

раняли пропиткой отливок. Такая ситуация существенно увеличивала трудоемкость и себестоимость литых изделий, и была поставлена задача – снизить брак отливок по негерметичности.

Для моделирования ЛС выбрали систему LVMFlow, которая имеет следующие преимущества перед существующими аналогами: большой спектр возможностей, простота в применении; отечественная разработка (русский интерфейс, отечественная база данных); благодаря используемому методу контрольных объемов высочайшая скорость моделирования (от 5 мин на 1 расчет). Кроме этого, большой опыт совместного сотрудничества кафедры «Литейные и высокоэффективные технологии» СамГТУ и ООО «ПроМодель» подтвердил эффективность применения системы LVMFlow для оптимизации литейных технологий.

На этапе I была создана математическая модель (ММ) отливки (**рис. 1**) и выполнен анализ существующей конструкции ЛС. Отливка – тонкостенная (отношение высоты отливки к толщине стенки > 50), цилиндрической формы. Следовательно, выбор ЛС вертикально-целиевого типа со змеевидным стояком 2 технологически оправдан. Для увеличения гидростатического напора литейная чаша 1 выполнена в виде самостоятельного конструктивного элемента, который монтируется на верхнюю плоскость кокиля.

Такая ЛС обеспечивает спокойный ввод расплава в форму, хорошую заполняемость форм тонкостенных отливок, задерживает неметаллические включения в колдудце 3 и вертикальной щели 4, создает благоприятные условия для направленного затвердевания отливок снизу-вверх, обеспечивая подачу горячего расплава в верхние слои отливки и прибыли.



В действующей ЛС роль зумпфа 5 выполняет часть вертикального колодца, которая располагается ниже места подвода стояка к вертикальному колодцу. Питание отливки – от системы прибылей 6. Дополнительное питание внутренних узлов отливки – за счет питающих бобышек 7. Недостатки вертикально-щелевых ЛС: возможность «вспенивания» расплава в начальный момент заполнения формы; опасность возникновения местных перегревов формы в области, прилегающей к вертикальным щелям, что часто является причиной усадочных дефектов.

Анализ результатов моделирования технологии по существующей ЛС показал, что в отливке формируется три локальных узла, пораженных усадочной пористостью (рис. 2, вкладка). Величина пористости позволяет прогнозировать образование течи в этих зонах отливки при испытаниях на герметичность.

Места расположения дефектов по результатам моделирования полностью совпали с реальными данными. Анализ узлов, пораженных усадочной пористостью, и времени затвердевания показал, что они характеризуются большим временем затвердевания, по сравнению с окружающими областями. Формирование изолированных тепловых узлов в отливке можно проследить по остаточной жидкой фазе (рис. 3). На рис. 3, а видно, что расплав в питающей бобышке затвердел раньше, чем питаемый узел в отливке, как и в вертикальном колодце и щели (рис. 3, б). Окружностями выделены локализованные узлы, в которых возможна усадочная пористость.

Далее проводили моделирование, варьируя температурой кокиля (350 и 400°C), габаритами и расположением местных прибылей со стороны холодильников и т. д. Повышение температуры кокиля перед заливкой выравнивает температурные поля в затвердевающем расплаве, что, однако, может отрицательно сказаться на стойкости формы, поэтому этот фактор как рекомендуемый в производство нами не рассматривался. Изменение конструкции местных прибылей со стороны холодильников способствует устранению существующих дефектов, но приводит к появлению усадочной пористости в подприбыльной части отливки.

Оптимальные результаты были получены при увеличении: поперечных сечений вертикальной щели и колодца; объемов верхних прибылей и питающих бобышек. Эти изменения позволили усовершенствовать существующую конструкцию без изготовления нового кокиля. Видно, что дефекты в отливке отсутствуют (рис. 4). Анализ характера затвердевания по оптимизированному варианту ЛС позволил установить, что через 24 и 55 с после начала заполнения кокиля изолированные тепловые узлы в теле отливки отсутствуют (рис. 5).

Подобный подход в решении существующих проблем был неоднократно опробован на многих предприятиях (ОАО «Тулаэлектропривод», г. Тула; ОАО «МЗ-Ижмаш», г. Ижевск; ФГУП «ВМЗ», г. Вольск; ОАО «АВТОВАЗ» и др.). Для выбора рационального пути совершенствования технологий на этапе I целесообразно проводить технологический аудит литейного производства конкретного предприятия, в ходе которого устанавливается причинно-следственная взаимосвязь всех этапов технологии, что позволяет точно диагностировать причины появления дефектов литого изделия.

Разработанный научный подход, подтвержденный практическими результатами, позволяет сформулировать основные этапы создания комплексных технологий, основанных на явлении структурной наследственности (технологии генной инженерии в сплавах).

- Применение системы LVMFlow для выявления и устранения дефектов, обусловленных конструктивными недостатками литейных форм.
- Закладка положительной структурно-химической информации за счет применения специальных способов обработки шихтовых металлов.
- Сохранение и воспроизводство заложенной структурной информации через расплав за счет оптимизации состава шихты, последовательности и параметров обработки при подготовке расплава.

Моделирование литниковой системы кокильных корпусных отливок из сплава АК9ч

Паньшева П.И., Леднева А.С., Никитина К.В., Яковлева М.А., Салахутдинова Д.Ф.

РИСУНКИ К СТАТЬЕ

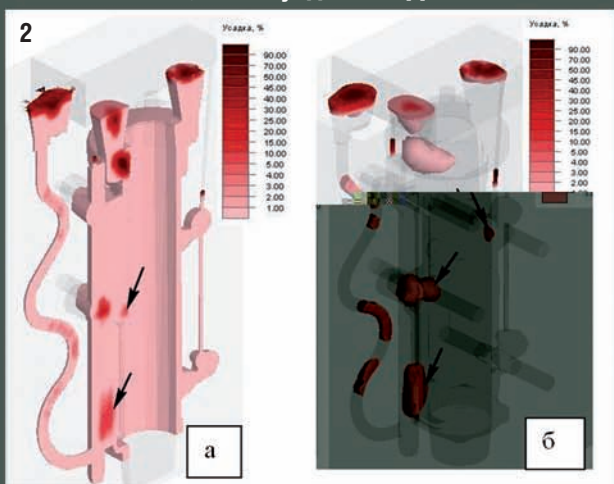


Рис. 2. Результаты моделирования существующей конструкции ЛС (усадочная пористость): **а** – в непрозрачном виде, **б** – в прозрачной модели

Рис. 4. Результаты моделирования оптимизированной ЛС (усадочная пористость)

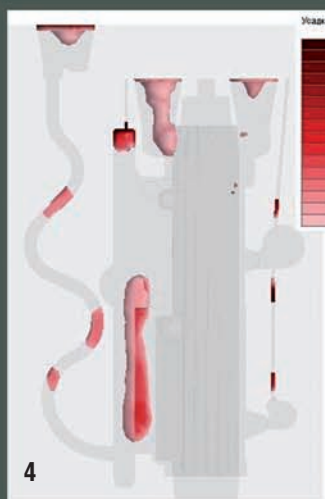


Рис. 5. Формирование тепловых узлов в отливке по оптимизированному варианту: **а** и **б** – через 24 и 55 с после начала заполнения; 35 и 16% жидкой фазы, соответственно

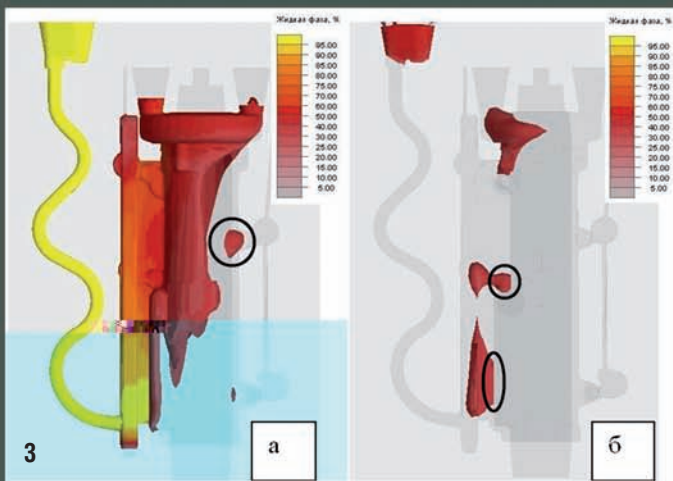
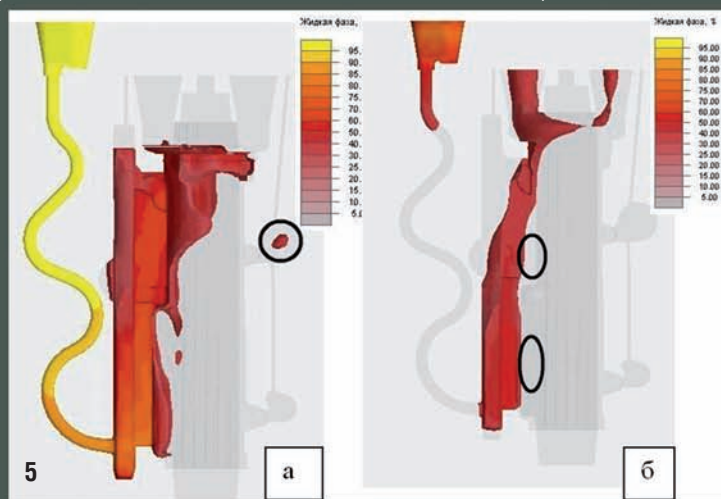


Рис. 3. Формирование тепловых узлов в отливке по действующей технологии: **а** и **б** – через 26 и 56 с после начала заполнения; 45 и 10% жидкой фазы, соответственно



ПРАВИТЕЛЬСТВО
УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ



АДМИНИСТРАЦИЯ
ГОРОДА ИЖЕВСКА



УДМУРТСКАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ
ПАЛАТА



ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
«УДМУРТИЯ»

ВЫСТАВКА ПРОХОДИТ ПОД ПАТРОНАЖЕМ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

XI Международная
специализированная выставка



**МАШИНОСТРОЕНИЕ.
МЕТАЛЛУРГИЯ.
МЕТАЛЛООБРАБОТКА.**

18-21 сентября / 2012

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКЕ!

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ

- металлообрабатывающее оборудование и инструмент
- комплектующие изделия и материалы, технологическая оснастка
- сварочное оборудование
- промышленная и экологическая безопасность
- металлопродукция, метизы
- АСУП, КИПиА

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫСТАВОК «МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ. МЕТАЛЛООБРАБОТКА»
И «НЕФТЬ. ГАЗ. ХИМИЯ» 2009-2011 гг.:

306
ПРЕДПРИЯТИЙ

17
РЕГИОНОВ РОССИИ

13 000
ПОСЕТИТЕЛЕЙ

**ОДНОВРЕМЕННО СОСТОИТСЯ XI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА «НЕФТЬ. ГАЗ. ХИМИЯ»**

Место проведения выставки:
г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9

Выставочный центр «УДМУРТИЯ»
тел./факс: (3412) 731-171, 731-116, 733-624, 733-664
metal@vcudmurtia.ru; www.metal.vcudm.ru

Информационные
партнеры:

