

СНИЖЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ В КОРПУСНЫХ ОТЛИВКАХ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ИЗ СТАЛИ

1. Введение

Повышение конкурентной способности продукции машиностроения сегодня может рассматриваться как главная задача прикладных научных исследований в области технологии машиностроения. Хорошо известен тот факт, что зачастую невысокое качество заготовительного производства «проецируется» и на получение готово изделия – будь-то детали машины или их узлы [1–2]. При этом под заготовительным производством, в первую очередь, понимается литейное производство, ведь объемная доля фасонных отливок для деталей машиностроения составляет не менее 70 %. Одной из наибольших проблем является сложность получения отливок без внутренних дефектов, которые вскрываются уже в процессе механической обработки или, что еще хуже, остаются скрытыми. В последнем случае такие дефекты повышают вероятность функциональных отказов деталей и узлов машин в процессе эксплуатации. Поэтому одной из наиболее актуальных задач является задача конструирования оснастки литейного производства таким образом, чтобы уменьшить вероятность брака отливок по причине внутренних дефектов – усадочной и газовой пористости, или уменьшить объем их в теле отливки.

2. Анализ литературных данных и постановка задачи исследования

Вопросами конструкторско-технологической подготовки литейного производства, как основного фактора управления качеством отливок, сегодня занимаются многие исследователи. Большинство работ в этой области сегодня посвящено применению САД/САМ/САЕ–систем: трехмерному твердотельному моделированию [3–5], компьютерному моделированию процессов заполнения форм, кристаллизации отливок [6–7], формированию внутренних напряжений в отливках и влиянию напряженно-деформированного состояния на эксплуатационную надежность деталей машин [8–9].

Однако в большинстве работ зачастую не поднимаются вопросы определения рационального размещения элементов литниково-питающих систем на основе математического моделирования влияния их параметров на качество получаемых отливок. Целью такого моделирования может быть математическое описание дислокации внутренних дефектов (полостей) усадочной или газотворной природы, выполняемое на основе методов статистической классификации [10–11]. В результате реализации такого подхода открывается возможность оптимизации параметров литниково-питающих систем, в результате чего обеспечивается снижение вероятности формирования внутренних дефектов в

теле отливки или уменьшения их объема. Если речь идет об отливках из стали, в первую очередь управляющим фактором в контексте поставленной задачи может рассматриваться объем и место установки прибылей, главным предназначением которых является «поглощение» усадочных раковин и не допущения их проникновения в тело отливки. Таким образом, целью исследования выбрано определение рационального места установки прибыли и её объема, оцениваемых по возможности предотвращения проникновения усадочных раковин в тело отливки.

3. Компьютерное моделирование процессов формирования внутренних дефектов

Для исследования выбрана отливка «Корпус», изготавливаемая из стали 20, в элементах литниково-питающей системы которой были предусмотрены две закрытые круглые прибыли со скруглением сверху и одна овальная закрытая прибыль. Обоснованием к выбору именно трех прибылей были следующие соображения: прибыли должны питать наиболее массивные, тепловые узлы отливки – большая цилиндрическая прибыль и две небольших прибыли со стороны подвода металлы в полость формы, причем одна из них была установлена над местном входа питателя. Параллельно преследовалась цель определить, влияет ли близость прибыли к питателю на качество питания отливки данной прибылью.

С помощью программы Solid Works была выполнена 3D-модель отливки в сборке со стержнем, литниковой системой и прибылями (рис. 1).

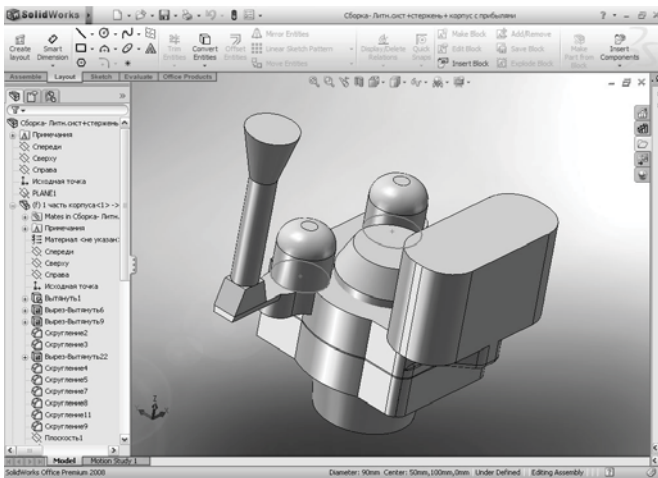


Рис. 1 – 3D-модель отливки в сборке со стержнем, литниковой системой и прибылями

После конвертации файлов в формат STL программы LVMFlow была промоделированы в 5 компьютерных экспериментах разные варианты оформления прибылей и мест их размещения и выявлены места дислокации полостей усадочной природы. Один из результатов моделирования показан на рис. 2.

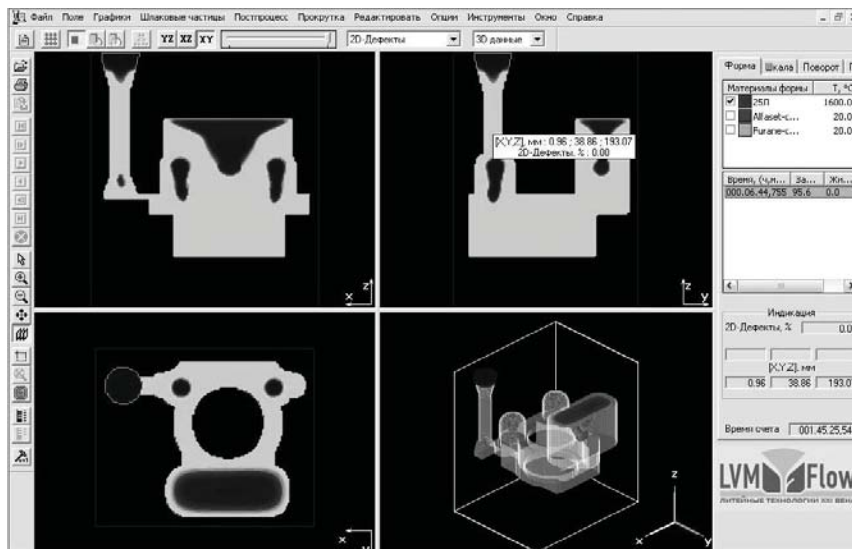


Рис. 2 – Результаты моделирования процессов формирования усадочных дефектов в эксперименте №1

4. Результаты моделирования и их интерпретация

На основании полученных результатов может быть сделано несколько важных выводов. В частности, можно считать, что при использовании овальной закрытой прибыли усадка не проникает в тело отливки, поэтому должны быть проанализированы две оставшиеся прибыли. Отсчет координат необходимо вести от места заливки металла в литниковую воронку по оси Z (в конкретном случае $Z = 290$ мм). Координату места подвода металла к отливке (в конкретном случае равную 144 мм) можно принять за показатель наличия проникновения усадочной раковины в тело отливки.

Получаемое отрицательное значение указывает на наличие дефекта, а положительное – на его отсутствие.

По результатам полученных данных в программе Excel был построен график зависимости глубины проникновения усадочной раковины в тело отливки от объема прибыли (рис. 3).

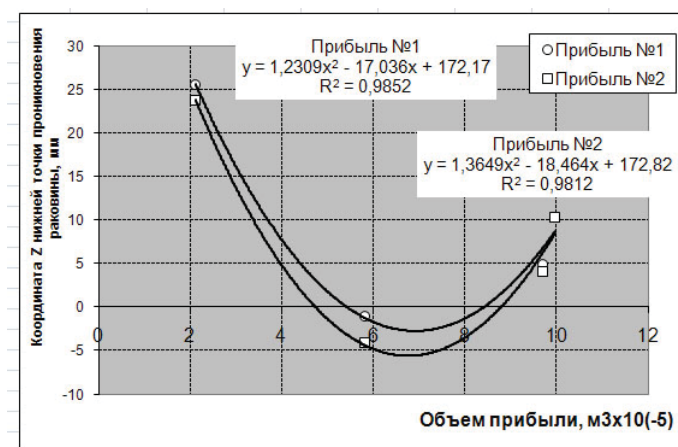


Рис. 3 – График зависимости глубины проникновения усадочной раковины в тело отливки от объема прибыли

в которых проводилось моделирование, можно сделать вывод о том, что этот вариант как раз

Полученные графики позволяют увидеть несколько принципиальных моментов, касающихся выбора объема прибыли. Во-первых, для обеих прибылей характер исследуемых зависимостей принципиально одинаков. Во-вторых, обе зависимости имеют экстремум, причем это минимум. По сути это означает, что в данном диапазоне достигается минимальная величина проникновения раковины. Однако, учитывая привязку системы координат,

является наилучшим (отрицательный знак на оси Z соответствует проникновению раковины). Таким образом, итогом моделирования является выявление как рационального варианта оформления прибыли, так и наилучшего варианта.

Выводы

В результате компьютерного моделирования установлено, что с увеличением прибыли до некоторого предела она работает хорошо. Затем в диапазоне экстремума прибыль работает не эффективно – дальнейшее увеличение прибыли не дает улучшения эффекта, а приводит только к перерасходу металла. Граничные значения области экстремума, в которой прибыль работает плохо, соответствуют пересечению полученных зависимостей с осью $Z=0$.

Список использованных источников:

1. Черпаков, Б. И. Эксплуатация автоматических линий / Б. И. Черпаков // М. : Машиностроение, 1990. – 304 с.
2. Дёмин, Д. А. Принятие решений в процессе управления электроплавкой с учетом факторов нестабильности технологического процесса / Д. А. Дёмин // Вісник національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр. – Х., 2010. – № 17. – С. 67–72.
3. Акимов, О. В. Анализ погрешностей формообразования отливок колес турбин турбокомпрессоров для наддува ДВС на этапе изготовления их восковых моделей / О. В. Акимов, В. А. Солошенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2003. – №3. – С. 11–18.
4. Акимов, О. В. Экспериментальные исследования и компьютерное моделирование материалов для блок-картера ДВС / О. В. Акимов, А. П. Марченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №5/1 (35). – С. 52–57.
5. Акимов, О. В. Компьютерно-интегрированное проектирование литых деталей ДВС / О. В. Акимов, А. П. Марченко // Ползуновский вестник / Алтайский государственный технический университет им. Ползунова. – 2007. – Вып.4.
6. Краснокутский, Е. А. Компьютерное моделирование процессов кристаллизации литой детали в кокиле / Е. А. Краснокутский // Технологический аудит и резервы производства. – 2012. – №1 (3). – С. 3–8.
7. Савченко, Ю. Э. Применение компьютерно-интегрированных систем и технологий в производстве поршней / Ю. Э. Савченко // Технологический аудит и резервы производства. – 2012. – № 1. – С. 8–13.
8. Кравцов, М. К. Уточненный расчет деформаций подшипников качения при индукционно-тепловой сборке подшипниковых узлов / М. К. Кравцов, О. В. Акимов, В. Т. Акимов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2005.– № 5/2 (17). – С. 52–57.

9. Акимов, О. В. К оценке экономически оптимального срока службы машин (узлов) / О. В. Акимов, В. Т. Акимов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 3/1 (33). – С. 50–52.

10. Идентификация чугуна для определения рациональных режимов легирования / Д. А. Дёмин, А. Б. Божко, А. В. Зрайченко, А. Г. Некрасов // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2006. – № 4/1 (22). – С. 29–32.

11. Дёмин, Д. А. Диагностика технологического процесса. Руководство для технолога / Д. А. Дёмин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2005. – № 5/1 (17). – С. 29–40.

Пуляев А.А. «Снижение внутренних дефектов в корпусных отливках как фактор повышения функциональной надежности деталей машин из стали».

В статье описаны результаты компьютерного моделирования процессов заполнения литейных форм и кристаллизации отливок из стали, предназначенных для изготовления деталей «корпус». Показано, что путем подбора расположения элементов литниково-питающих систем и прибылей возможно уменьшение объема внутренних полостей в теле отливки и устранение усадочных раковин.

Ключевые слова: технология машиностроения, фасонная отливка, детали машин, конструкторско-технологическая подготовка производства.

Пуляев А.А. «Зниження внутрішніх дефектів в корпусних відливках як фактор підвищення функціональної надійності деталей машин зі сталі».

У статті описані результати комп'ютерного моделювання процесів заповнення ливарних форм і кристалізації відливок зі сталі, призначених для виготовлення деталей «корпус». Показано, що шляхом підбору розташування елементів литниково - живлячих систем і надлишків можливе зменшення обсягу внутрішніх порожнин в тілі відливки і усунення усадочних раковин.

Ключові слова: технологія машинобудування, фасонна відливка, деталі машин, конструкторсько-технологічна підготовка виробництва.

Puljaev A.A. “Reduced internal defects in the hull castings as a factor in increasing the functional reliability of machine parts made of steel”.

The article describes the results of computer simulations of the filling of molds and crystallization of steel castings for the manufacture of parts “housing”. It is shown that by adjusting the layout of the gating systems and profits may decrease the volume of the internal cavities of the body and the removal of the casting cavities.

Key words: mechanical engineering technology, shaped casting, machine parts, design and production planning.

Стаття надійшла до редакції 2 грудня 2013 р.