

Наличие в руках технолога–литейщика системы LVMFlow позволяет значительно удешевить и ускорить исследовательскую работу по проектированию и разработке технологии производства отливок. LVMFlow широко используется в учебных заведениях при подготовке квалифицированного персонала для литейных производств.

LVMFlow – первая отечественная «литейная» программа с поддержкой многопроцессорных и многоядерных платформ, которая обеспечивает пользователю потрясающую производительность на «обычных» компьютерах.

LVMFlow позволяет проследить:

- заполнение формы металлом;
- расчет температурных полей;
- расчет поля жидкой фазы;
- расчет поля скоростей;
- расчет конвективных потоков;
- расчет поля давлений;
- расчет сегрегации (химическая неоднородность);
- расчет дефектов;
- расчет напряжений и деформаций;
- работу ТЭНов;
- каналы охлаждения;
- работу фильтров;
- учет многократного использования формы.

LVMFlow может быть использован для моделирования следующих способов литья:

- литье по выплавляемым моделям (автоматическое построение оболочки);

- литье в ПГС;
- литье в кокиль;
- литье в изложницу;
- литье под давлением (4 варианта);
- литье под низким давлением (2 варианта);
- литье по газифицируемым моделям (планируется);
- литье по вакуумно–пленочной формовке (планируется).

Из дополнительных приемов, применяемых в литейной технологии, в LVMFlow реализовано:

- учет дозаливки (подкачки) формы;
- заливка из нескольких ковшей;
- моделирование теплоэлектронагревателей;
- моделирование каналов с теплоносителями;
- моделирование фильтров;
- учет противопопригарных покрытий;
- учет многократного использования формы;
- учет типа заливочных ковшей;
- разработка технологии ЛПД;
- расчет ЛПС.

В 2010 г. планируется продолжить развитие системы LVMFlow CV в следующих направлениях: будут включены подсистемы моделирования сегрегации, газовой пористости, захвата воздуха и моделирования литья по газифицируемым моделям. В модуле напряжений будет решена контактная задача, которая позволит учитывать совместное влияние напряжений отливки и формы и рассчитывать горячие трещины. Продолжатся работы над усовершенствованием 64–разрядной многопроцессорной версии.

В.В.Турищев, А.С.Леднев, Е.В.Шаева (ООО «ПроМодель», г. Воронеж),
В.В.Морозов (ОАО «Тушинский машиностроительный завод», Москва)

Метод литья по выплавляемым моделям: ломаем стереотипы! Новые возможности метода ЛВМ

Последовательное и направленное затвердевание отливок в нагретой оболочковой форме в литье по выплавляемым моделям (ЛВМ) обеспечивает условия, благоприятные для получения отливок повышенной плотности с высоким уровнем эксплуатационных свойств. Однако типовая номенклатура изготавливаемых методом ЛВМ отливок укладывается в диапазон 0,05–30 кг. Особенностью метода ЛВМ также являются его длительность и сложность, которые практически исключают поиск оптимальных способов получения качественных крупногабаритных отливок методом «проб и ошибок», так как исследование формирования крупногабаритных отливок в производственных условиях обходится дорого и требует значительных трудозатрат. Любые ошибки на стадии проектирования и ввода отливки в серию приводят к удорожанию конечной продукции и нерентабельности производства.

На ОАО «Тушинский машиностроительный завод» (Москва) впервые в мировой практике решена задача получения качественных отливок типа «Рабочее колесо» гидротурбины массой до 5 тонн, получаемых методом ЛВМ.

Для получения изделий подобных габаритных размеров и массы разработан технологический процесс,

Впервые в мире поставлена и решена задача получения отливок ответственного назначения массой 5 т методом литья по выплавляемым моделям! В материале описан современный подход к решению поставленной задачи, который позволил разработать технологию получения качественных изделий в кратчайшие сроки.

Ключевые слова: литье по выплавляемым моделям, качественные отливки.

Turishhev V.V., Lednev A.S., Shaeva E.V., Morozov V.V.
Lost wax casting method: stereotype destruction! New opportunities of lost wax method

For the first time in the world the task to produce 5 tones casting with lost wax method has been solved. In the issue you can find description of modern way to solve the task, which makes possible to get good quality castings in the short period of time.

Key words: lost wax, quality castings.

включающий: изготовление моделей, получение керамической оболочки и заливки металла.

Отливки типа «Рабочее колесо» (рис. 1) представляют собой изделия диаметром до 3,5 м и предназна-

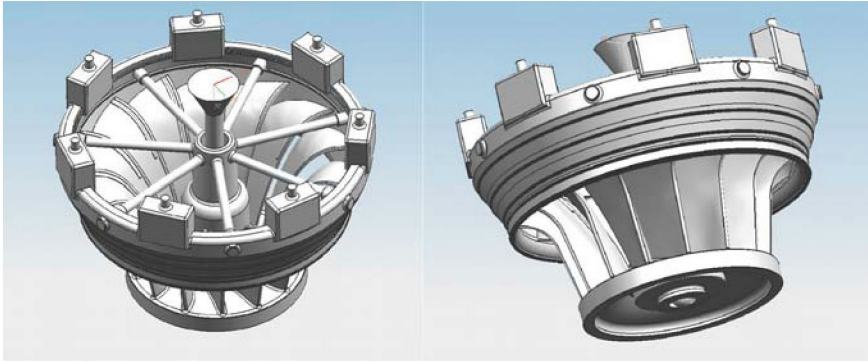


Рис. 1. Рабочее колесо гидротурбины с ЛПС

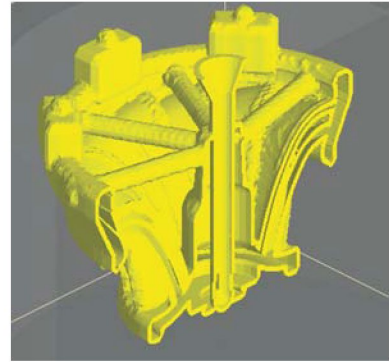


Рис. 2. Оболочка

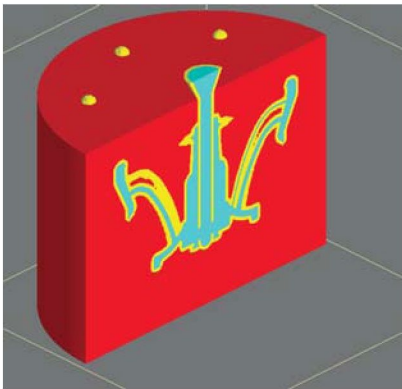


Рис. 3. Опла в сборе

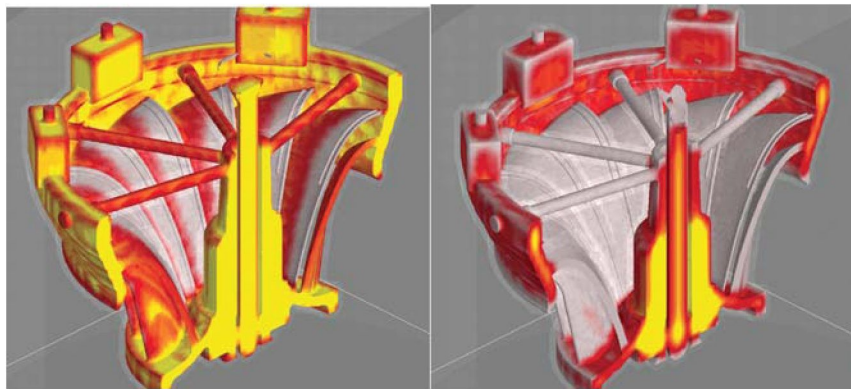


Рис. 4. Процесс затвердевания

чены для работы на гидроэлектростанциях малой мощности (от 500 кВт и выше).

Разработка технологического процесса получения качественных отливок типа «Рабочее колесо» ориентирована на интенсивное использование современных технологий и состоит из нескольких этапов, началом которых служит построение 3D-модели будущей отливки с элементами конструкции ЛПС в программном обеспечении SolidWorks. Далее, данная модель передается в программное обеспечение LVMFlow для моделирования оптимальных режимов нагрева формы под заливку, скоростей заливки (рис. 2–4) и формирования литейных дефектов. Процесс компьютерного моделирования позволил без проведения натурных испытаний определить оптимальные технологические параметры получения отливок с требуемыми технологическими параметрами.

Следующим важным этапом, после моделирования литейных процессов, является технологическое «членение» модели и запуск ее в производство. Изготовление модельного комплекта выполняется на установке быстрого прототипирования (VIPER PRO, США). Изготовленная из сегментов 3D-модель выполняется по SLA-технологии. Сущность процесса быстрого прототипирования (Rapid Prototyping) – послойное «выращивание» физической копии различных объектов из жидкого фотополимерного мате-

риала лучом лазера на основе 3D CAD-модели без использования традиционной технологической оснастки. Данная технология особенно привлекательна для изготовления опытных, единичных, эксклюзивных и уникальных образцов, поскольку не требует изготовления специальной оснастки и исключает труд модельщика.

Выбор данного метода получения моделей отливок «Рабочее колесо» обусловлен сложностью их изготовления традиционными методами из выплавляемых материалов, а также единичностью производства. Модели отливок, полученные на установке быстрого прототипирования, по сравнению с восковыми моделями, обладают высокой точностью и жесткостью. К недостаткам данного метода следует отнести высокую стоимость получаемых моделей и длительность процесса выращивания моделей.



Рис. 5. Фотополимерная модель



Рис. 6. Керамическая оболочка



Рис. 7. Рабочие моменты по изготовлению рабочего колеса: а – такелаж керамического блока; б – транспортировка керамического блока на ОАО «ЭЗТМ»; в – подготовка опоки под нагрев; г – установка подогретой формы под заливку; д – заливка формы из стопорного ковша; е – вид отливки после пескоструйной обработки

«Выращенная» модель представляет собой полимерный материал сотовой конструкции (рис. 5), за счет которой снижается вес модели и компенсируется расширение фотополимерного состава при выжигании модели из керамической оболочки.

При необходимости, модель отливки дорабатывается вручную и передается в цех для нанесения керамической оболочки, толщина которой для данного вида отливок варьируется в пределах 25–40 мм (рис 6.). Для нанесения оболочки используется водное связующее «Армосил А» (Россия), материал обсыпки – плавленный кварц марки «ЭКОСИЛ – МЕЛУР» (Россия).

Процесс удаления модели отличается от традиционного метода ЛВМ и заключается в выжигании фотополимерного материала в нагревательных печах. Прокалка данного блока производится также в нагревательных печах без опорного наполнителя.

Часть рабочих этапов по изготовлению 2-х рабочих колес представлена на рис.7. Особенности данного проекта является моделирование, выжигание, транспортировка керамического блока весом 2 т на расстояние 100 км, транспортировка и заливка нагретой опоки под заливку.

Использование системы моделирования литейных процессов LVMFlow при разработке технологического процесса получения отливок «Рабочее

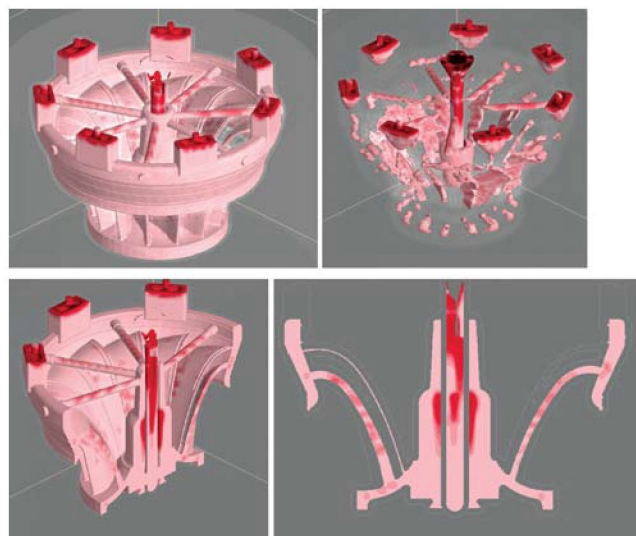


Рис. 8. Усадочные дефекты в отливке

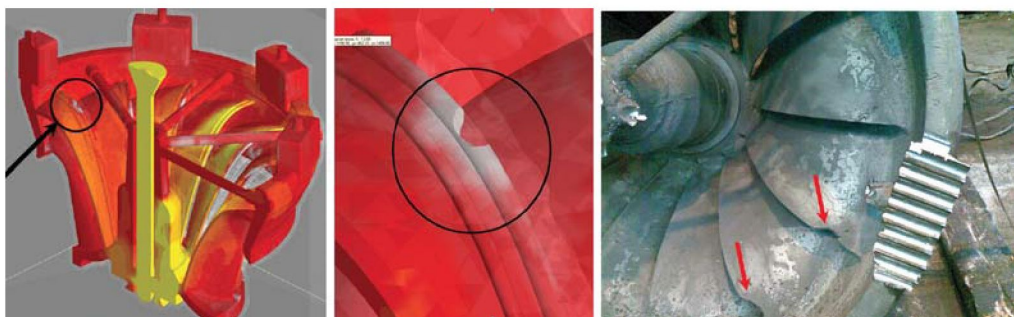


Рис. 9. Дефекты лопастей

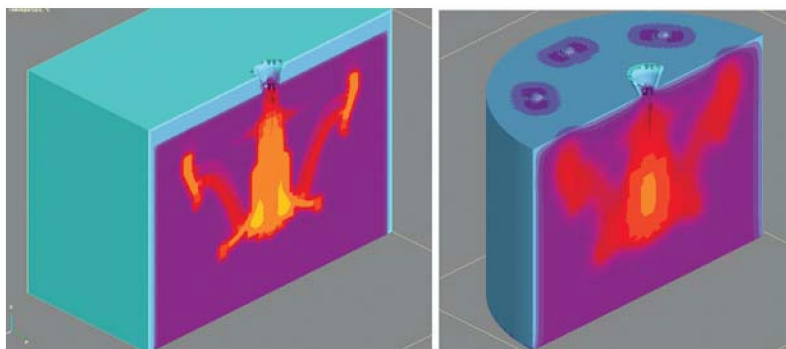


Рис. 10. Температурный режим формы



Рис. 11. Рабочее колесо на стадии доработки

колесо» методом ЛВМ позволило на стадии проектирования выявить места образования усадочных дефектов, скорректировать конструкцию ЛПС и определить оптимальную температуру формы перед заливкой. Картина распределения усадочных дефектов приведена на рис. 8, где наблюдается усадочная пористость 2–3% по телу отливки: нижний и верхний обод. В лопастях – до 5%.

Помимо грубых усадочных дефектов и пористости, были выявлены места «непроливов» в верхней части лопастей (рис 9), образование которых было ус-

ранено повышением начальной температуры формы с 250 до 420°C (рис. 10) и уменьшением времени заливки формы с 6–8 до 4 мин.

Разработанный технологический процесс получения отливок типа «Рабочее колесо» методом ЛВМ позволил получить качественные изделия весом до 5 т (рис. 11), по своим техническим характеристикам превышающие сварные в 2,5 раза.

Процесс моделирования отливки «Рабочее колесо» и поиск оптимальных технологических параметров в программе LVMFlow составил 40 часов!

Р.А.Згоденко (Технический директор ЗАО «Кераммаш»),
И.В. Узлова (ведущий специалист ЗАО «Кераммаш»)

Методы реконструкции термических и нагревательных печей

Парк термических и нагревательных печей, установленных на заводах стран бывшего СССР, представлен в основном старым оборудованием, которое в силу своего морального и физического износа не обеспечивает требуемой технологической точности, не соответствует современным требованиям безопасности, не позволяет вести термическую обработку на качественно новом уровне с минимальными расходами энергоносителей.

Одним из вариантов замены печного оборудования является его комплексная модернизация, включающая замену футеровки, горелок и печной автоматики.

Термическая камерная газовая печь №1 с выкатным подом ЗхБ, предназначенная для термообработки поковок в КПЦ на ММК им. Ильича (рис.1) была модернизирована компанией ЗАО «Кераммаш» с учетом современных стандартов печестроения (табл.1).

В ходе реконструкции футеровка существующей печи, состоящая из шамотного кирпича ША и ШЛ, была заменена на современные системы теплоизоляции. Боковые стены и свод печи были выполнены волокнистым материалом в виде раскатанных рулонов (материал нового поколения, который сочетает в себе высокотемпературные, огнеупорные и изоляционные свойства, низкую теплопроводность и малоинерционность (табл. 2). Особенно эффективно применение волокнистых материалов в термических печах периодического действия, а также в печах, работающих с так называемым «рваным циклом» эксплуатации.

При реконструкции газогорелочной системы выб-

Освещается опыт специалистов ЗАО «Кераммаш» в создании и реконструкции термического оборудования для нужд машиностроительных и металлургических предприятий. Большое внимание уделено выбору газогорелочного оборудования для различных типов печей. Показаны пути решения проблем, связанных с энергосбережением, качеством продукции и экологической безопасности производства.

Ключевые слова: термическое и газогорелочное оборудование, энергосбережение.

Zgodenko R.A., Uzlova I.V. Methods of thermal and heating furnaces reconstruction.

Experience of ZAO «Keramash» specialists in manufacturing and reconstruction of thermal equipment for machine building and metallurgical plants. Major attention paid to choosing of gas burners and auxiliary equipment for the different types of furnaces. Way to solve the problems with power saving, quality of production and ecological safety.

Key words: thermal and gas-burner equipment, power saving.

рали высокоскоростные горелки TermJet –150 компании Eclipse. Прежняя конструкция печи имела арочный свод и двухуровневое расположение горелок ГНП –5: под садку и по своду печи. После реконструкции арочный свод был заменен на плоский, расположение горелок стало горизонтальным одноуровневым – в