

штулки подшипника после всех этапов испытаний на стенде СТИЗ-1 предприятия – изготовителя «ПК Борец» показали, что все радиальные пары трения выдержали испытания на износостойкость по методике «МИВ-1» при удельном радиальном давлении 100 Н/см².

Выводы

Комплексное применение методов синтеза, структурирования и обработки литых КМ позволяет решать задачи фундаментальной научной проблемы – создания новых дисперсно-наполненных КМ на базе сплавов алюминия с повышенными прочностью, жаропрочностью и износостойкостью для нужд моторостроения, нефтедобывающей техники и других отраслей промышленности. Полученные материалы могут быть применены при создании объектов новой техники, отличающихся высокими эксплуатационными характеристиками, в частности, при изготовлении поршней высокофорсированных двигателей внутреннего сгорания, соответствующих экологическим нормам Евро-5 и выше, компрессоров автомобильной и космической техники, подшипников турбокомпрессоров, работающих при повышенных нагрузочно-скоростных условиях, тормозных пар в авто- и авиастроении, труб для нефтегазового комплекса, работающих в условиях агрессивных сред и резкого перепада эксплуатационных температур.

Список литературы

1. **Чернышова, Т.А.** Новые алюмоматричные композиционные материалы триботехнического назначения: принципы создания и перспективы / Т.А. Чернышова, Л.И. Кобелева, И.Е. Калашников, Л.К. Болотова // Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН – 70 лет Сб. науч. тр. под ред. акад. К.А. Солнцева. – М.: Интерконтакт Наука. – 2008. – С. 736.
2. **Чернышова, Т.А.** Исследование модифицирующего влияния добавок нанопорошков, полученных плазмохимическим синтезом, на структуру литых алюмоматричных КМ / Т.А. Чернышова, И.Е. Калашников, А.В. Самохин, Н.В. Алексеев, Л.К. Болотова, Л.И. Кобелева // Российские нанотехнологии. – 2009. – Т.4. – № 5-6. – С. 20-25.
3. **Калашников, И.Е.** Триботехнические характеристики литых алюмоматричных композиционных материалов, модифицированных наноразмерными тугоплавкими порошками / И.Е. Калашников, Л.К. Болотова, Т.А. Чернышова // Российские нанотехнологии. – 2011. – Т. 6. – № 1-2. – С. 135-142.
4. **Prasada, Rao A.K.** Effect of grain refinement on wear properties of Al and Al-7Si alloy / Rao A.K. Prasada, Karabi Das, B.S. Murty et. al. // Wear. – 2004. – V.257. – P.148-153.
5. **Михеев, Р.С.** Обработка поверхности пластин силумина высококонцентрированным источником энергии / Р.С. Михеев, Т.А. Чернышова // Металлы. – 2009. – С.53-59.
6. **Чернышова, Т.А.** Разработка и апробация композиционных материалов систем Al-SiC, Al-TiC в узлах трения нефтедобывающего оборудования / Т.А. Чернышова, Р.С. Михеев, И.Е. Калашников, И.В. Акимов, Е.И. Харламов // Физика и химия обработки материалов. – 2010. – №5. – С. 78-86.

К.В. Никитин (канд. техн. наук, доцент), В.И. Никитин (д-р техн. наук, профессор), С.А. Рязанов, Н.Н. Зонненберг (СамГТУ, г. Самара), А.С. Леднев (ООО «ПроМодель», г. Воронеж, lvmflow@lvmflow.ru)

О повышении квалификации инженерно-технических работников металлургического производства ОАО «АВТОВАЗ»

Металлургическое производство ОАО «АВТОВАЗ» является крупнейшим производителем алюминиевого литья в России – до 37 тыс. т в год. Это, по сути, один из немногих в России крупнейший центролит алюминиевого литья. Возможно, в силу массового производства и попыток реформирования промышленности в металлургическом производстве ОАО «АВТОВАЗ» накопились проблемы различного характера, требующие незамедлительного решения. Из опыта взаимодействия специалистов кафедры «Литейные и высокоэффективные технологии» («ЛивТ») СамГТУ с литейными предприятиями было установлено, что для определения основных направлений по совершенствованию литейного производства на первом этапе целесообразно проводить технологический аудит (ТА) [1].

С целью независимой оценки существующего состояния сотрудниками кафедры «ЛивТ» в 2010 г. был выполнен ТА производства алюминиевого литья на ОАО «АВТОВАЗ». Были проведены работы по глубокому анализу действующих технологий приготовления рабочих сплавов АК9т, АК6М2, АК10М2Н, АК12М2 и получения отливок. Выполнена оценка испытательных лабораторий и уровня квалификации специалистов ПАЛ МГП. В Центре литейных технологий СамГТУ проведены сравнительные исследования качества чушковых сплавов АК12М2 различных производителей.

В процессе технологического аудита было установлено, что основными дефектами отливок в ПАЛ являются дефекты усадочного происхождения, особенно на от-

На базе Корпоративного университета ОАО «АВТОВАЗ» проведены курсы повышения квалификации в объеме 40 часов для работников металлургического производства. Тематика курсов – «Моделирование гидродинамических и теплофизических процессов заполнения литейных форм при получении отливок из чугуна и силуминов в условиях МГП ОАО «АВТОВАЗ». Данная работа выполнена в качестве реализации отдельных рекомендаций, сделанных по результатам технологического аудита производства алюминиевого литья (ПАЛ).

Ключевые слова: технологический аудит, программа курсов, металлургическое производство, производство алюминиевого литья, САМ ЛП LVMFlow.

Nikitin K.V., Nikitin V.I., Ryazanov S.A., Zonnenberg N.N., Lednev A.S. Professional development of technicians and engineers of metallurgical production of OJSC «AVTOVAZ»

Extension 40 hours courses for the metallurgical production workers were organized on the basis of corporative university OJSC «AVTOVAZ». Courses subject is «Modeling of hydrodynamic and thermalphysic processes of filling of casting molds during the manufacture of cast iron and silumin castings at OJSC «AVTOVAZ». Present work is done in order to implement certain recommendations according to the results of technological audit of aluminum castings production.

Key words: Technological audit, courses program, metallurgical production, aluminum castings production, CAE system of casting processes LVMFlow.

Учебная программа курсов повышения квалификации специалистов МтП ОАО «АВТОВАЗ»

№ п/п	Темы разделов	Кол-во часов
1	Введение. Основные проблемы в производстве отливок из чугуна и алюминиевых сплавов	2
2	Особенности гидродинамических и теплофизических процессов при заполнении жидкими сплавами литейных форм	
2.1	Гидродинамика процессов заполнения литейных форм	4
2.2	Теплофизика процессов заполнения литейных форм	4
2.3	Примеры гидродинамических и теплофизических расчетов при заполнении литейных форм с использованием компьютерного моделирования	4
3	Особенности конструирования литниково-питающих систем (ЛПС) для фасонных отливок	
3.1	Особенности конструирования ЛПС для чугунных отливок	2
3.2	Особенности конструирования ЛПС для отливок из силуминов	2
4	Моделирование процессов заполнения литейных форм и кристаллизации фасонных отливок с помощью системы автоматического моделирования литейных процессов (САМ ЛП) LVMFlow	
4.1	Обзор программных продуктов для моделирования литейных процессов. Общий учебный курс по LVMFlow.	14
4.2	Моделирование процессов заполнения форм и кристаллизации отливок из силуминов при литье в кокиль и под давлением	
4.3	Моделирование процессов заполнения форм и кристаллизации чугунных отливок	
5	Тестирование по материалам учебного курса	
5.1	Тестирование специалистов ПАЛ МтП	4
5.2	Тестирование специалистов чугунолитейного производства МтП	4
ИТОГО		40

ливках «ГБЦ» (сплав АК6М2) и «Поршень» (сплав АК10М2Н). Поиск причин образования и методов устранения этих дефектов осуществляется рутинным способом: проведение многочисленных натуральных экспериментов, анализ статистических данных, внесение корректировок в действующую технологию, повторная серия натуральных экспериментов и т.д. Особенно затратным такой подход следует считать в случае, когда требуется корректировка конструкции литейной формы. По результатам исследований также было сделано заключение, что основной причиной возникновения дефекта является несовершенная конструкция кокиля. Данная задача с минимальными временными и финансовыми затратами может быть решена с использованием САМ ЛП. На ОАО «АВТОВАЗ» имеются две отечественные САМ ЛП: «ПОЛИГОН» и LVMFlow. Сопоставления, проведенные в ПАЛ при участии Генерального директора ООО «ПроМодель» Турищева В.В., показали, что в соответствующих конструкторских отделах отсутствуют математические модели наиболее проблемных отливок. Существующие математические модели литейных форм применяются, в основном, при выполнении ремонтных работ или изготовлении изношенных частей форм. Частично применяется моделирование некоторых отливок с применением САМ ЛП «ПОЛИГОН». Однако данные работы проводятся не-

системно. В ПАЛ отсутствует специализированная конструкторско-технологическая группа, в задачи которой входили бы вопросы по оптимизации конструкций ЛПС и литейных форм. Кроме того, специалисты не прошли необходимый курс обучения работе в программе LVMFlow.

В связи с вышеизложенным, в качестве первых мероприятий по реализации рекомендаций, сделанных по результатам технологического аудита, сотрудниками кафедры «ЛитВТ» СамГТУ и ООО «ПроМодель» в декабре 2011 г. на базе Корпоративного университета ОАО «АВТОВАЗ» были проведены курсы повышения квалификации для инженерно-технических работников металлургического производства. Тема курсов – «Моделирование гидродинамических и теплофизических процессов заполнения литейных форм при получении отливок из чугуна и силуминов в условиях МтП ОАО «АВТОВАЗ»; объем – 40 часов, группа – 20 человек. Учебная программа курсов состояла из 5 разделов (таблица). Раздел 1 содержал краткий обзор современного состояния литейного производства. Учебный материал раздела 2 был представлен в виде модульной системы обучения. Разработанная модульная система успешно применяется в учебном процессе кафедры в курсе «Теория литейных процессов» [2]. Раздел 3 содержал сведения из учебного курса «Технология литейного производства», которые были

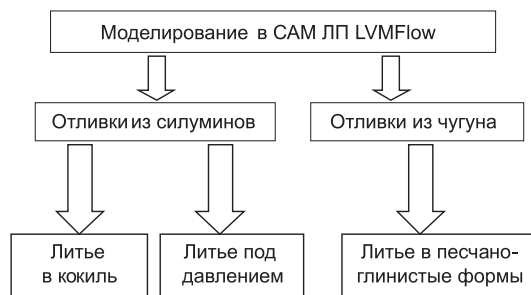


Рис. 1. Схема обучения работе в САМ ЛП LVMFlow

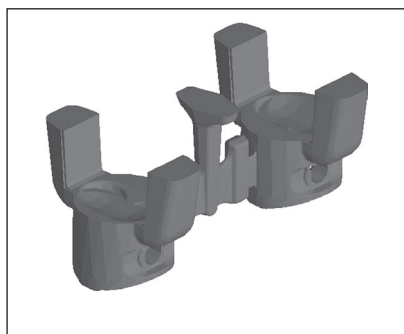


Рис. 2. Куст отливки «Поршень» (3D-модель)

области ее применения, общего подхода к проведению расчетов. Основная часть раздела, посвященная непосредственно самому процессу моделирования в LVMFlow была организована следующим образом (рис.1).

В качестве примера для рассмотрения методики моделирования литья в кокиль была выбрана отливка «Поршень» из сплава АК10М2Н (рис.2).

В САМ ЛП LVMFlow версия 4 предъявляются повышенные требования к исходной трехмерной геометрии, поэтому на примере данной отливки особое внимание было уделено правильному ее построению и экспортированию из САД-системы в САМ ЛП LVMFlow (рис.3).

В процессе обучения помимо основных этапов ввода исходных данных (построение сетки, выбор материалов, ввод параметров заливки, учет противопригарного покрытия и т.д.) были рассмотрены различные варианты компьютерного моделирования процессов нагрева кокиля перед заливкой: нагрев газом и «холостыми» заливками. Особый акцент был сделан на анализ результатов, получаемых в процессе моделирования: оценку усадочных дефектов, анализ процесса затвердевания и поиск причин образования дефектов, исследование температурных полей отливки и формы, показаний виртуальных термопар и т.д. (рис. 4).

В процессе обучения были затронуты основные проблемы металлургического производства ОАО «АВТОВАЗ», связанные с дефектами, которые обусловлены конструктивными недостатками литейных форм, рассмотрены типовые алюминиевые и чугунные отливки.

В завершении (раздел 5) для закрепления полученного материала слушателям были предложены компьютерные тесты и предложена возможность выполнения отдельных практических задач для существующих проблемных отливок с применением САМ ЛП LVMFlow CV версия 4.

По окончании курсов слушателям были выданы учебные материалы в электронном виде, а также на бумажных носителях в виде сборников, вручены свидетельства и сертификаты об окончании курсов. В конструкторские

отделы передано во временное бесплатное пользование четыре комплекта программного обеспечения LVMFlow CV версия 4.

Список литературы

1. Никитин В.И. О технологическом аудите литейных предприятий // Литейщик России. – 2004. – №6. – с.34–35.
2. Рязанов С.А. Модульная система обучения на базе компьютерных технологий // Компьютерные технологии в науке, практике, образовании: Труды X-й всеросс. межвуз. науч.-практ. конф. – Самара, 2011. – С. 379–382.

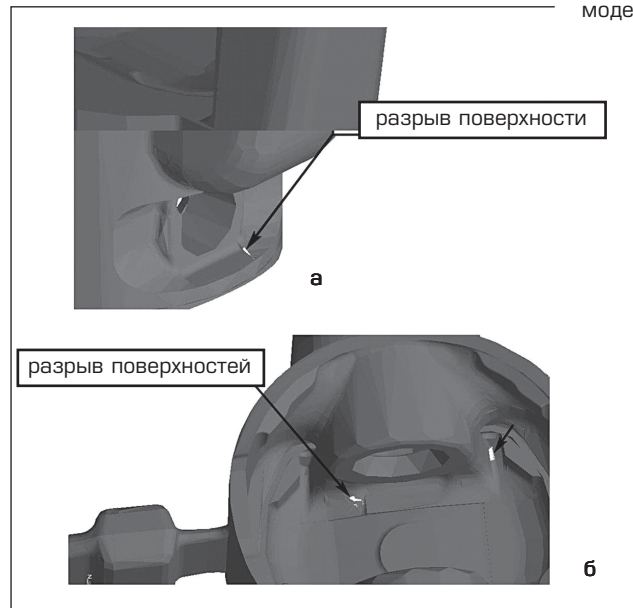


Рис. 3. Ошибки построения в импортированной STL-модели: а – на внешней поверхности; б – на внутренней поверхности

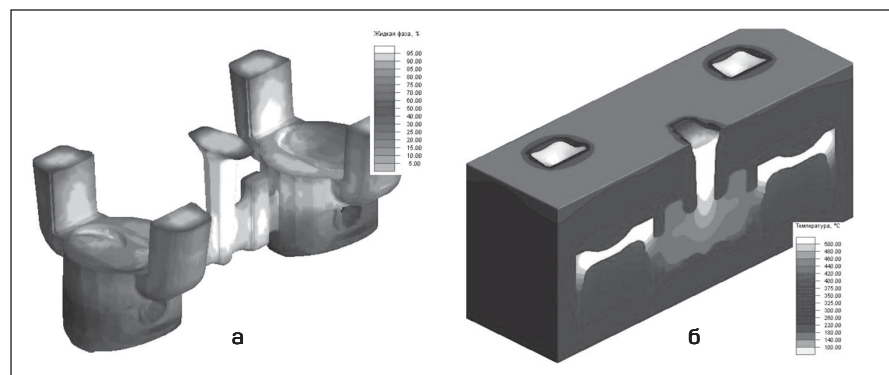


Рис. 4. Отдельные этапы моделирования затвердевания кокильной отливки «Поршень» (5-й цикл, 3 мин 50 с с начала процесса): а – доля жидкой фазы; б – температурные поля в отливке и форме

адаптированы к специфике МТП ОАО «АВТОВАЗ».

Раздел 4 был посвящен моделированию в САМ ЛП LVMFlow. В качестве введения в область компьютерного моделирования литейной технологии слушателям представлен обзор существующих программных продуктов для моделирования литейных процессов: описаны их возможности, дана характеристика используемых математических методов, а также рекомендации по области применения тех или иных программ. Общий курс по работе в LVMFlow включал описание возможностей программы,