

ширный архив технической документации, единственный характер производства оборудования, уникальность большинства узлов. Система позволяет создать электронный архив технико-экономической информации по всем деталям и узлам, которые выпускались на предприятии, и которые могут быть востребованы к изготовлению. Такой архив уже создается. При этом мы разработали и внедрили систему практически самостоятельно.

Новые горизонты

Коллектив предприятия не собирается ограничиваться в развитии вышеперечисленными мерами. Мы осваиваем компьютерную технологию CAD/CAM проектирования и изготовления сложной модельной оснастки на современном 3-х координатном специальном оборудовании.

Разрабатывается проект 2-й очереди литейного комплекса, которая заменит действующий литейный цех, работающий по технологии ПГС. В проект заложены современные решения и высокопроизводитель-

ное оборудование, которые позволят улучшить эффективность производства и повысить качество литейной продукции. В ближайших планах также освоение деталей из высокопрочного чугуна.

Приходится преодолевать различные трудности и решать сложные технические и социальные задачи – условия для деятельности промышленных предприятий в Приднестровье еще далеки от желаемых. Но коллектив способен преодолевать трудности и показал это на практике в течение многих лет борьбы за выживание и развитие.

Литейное дело на заводе в Тирасполе живет и развивается!

Мы обращаемся ко всем предприятиям, которые используют оборудование для точного литья, с предложением обновить контакты и получить обновленную информацию о нашей продукции, планах по ее совершенствованию. Мы приглашаем всех заинтересованных сторон к взаимовыгодному сотрудничеству.

В.В. Морозов (начальник участка точного стального литья, vyach-morozov@yandex.ru),

В.С. Никитин (ОАО «Тушинский машиностроительный завод, Москва),

А.С. Леднев, В.В. Турищев (ООО «ПроМодель», г. Воронеж)

Литейное производство ОАО «Тушинский машиностроительный завод»

Тушинский машиностроительный завод (ТМЗ) был создан в 1932 г. с целью освоения новейших образцов авиационной техники. В разные периоды своей истории завод осуществлял серийный выпуск самолетов гражданской авиации, фронтовых истребителей, выпускал гражданскую продукцию, включая троллейбусы, трамваи и сельскохозяйственную технику. На протяжении нескольких десятилетий на заводе производились новейшие виды оборонной техники.

С середины 1960-х гг. и по настоящее время на базе снятых с вооружения ракет «земля-воздух» на заводе выпускаются ракеты-мишени для тренировок войск ПВО и совершенствования зенитно-ракетных комплексов. Заводом за время его существования был накоплен большой опыт в изготовлении образцов авиационной техники, поэтому в 1976 г. ему было поручено строительство планера и общая сборка орбитального корабля «Буря», который в 1988 г., совершив два витка вокруг Земли и управляясь полностью автоматически, приземлился в точно указанное место. В ходе освоения и производства этого изделия был решен целый комплекс уникальных организационных, управленческих, технических и технологических задач.

В настоящее время ОАО «ТМЗ» ведет работы по нескольким направлениям:

- проектирование и производство оборудования для малых гидроэлектростанций;
- разработка и производство механизированных автостоянок различных типов до 70 машиномест;
- сборка автобусов большой и особо большой пассажироместности и троллейбусов;
- переработка изношенных шин в резиновую крошку с дальнейшим изготовлением из нее массивных резиновых плит для комплектования трамвай-

В статье представлен техпроцесс получения стальных отливок методом быстрого прототипирования – SLA – технология. Проведено моделирование отливки «Колесо лопастное» в модуле «Затвердевание» программы LVM Flow CV. Приведены основные этапы изготовления рабочего колеса.

Ключевые слова: технологии быстрого прототипирования, моделирование процесса затвердевания.

Morozov V. V., Nikitin V. S., Lednev A. S., Turischev V. V.
OJSC «TMZ» Moscow foundry

The article describes the technological process of steel castings production by method of fast prototyping SLA-technology. The designing of casting «Blade wheel» in the LVM Flow CV module «Hardening» is shown. The main steps of manufacturing the wheel are given.

Key words: fast prototyping technology, design of hardening process.

ных и ж/д переездов, изготовление резиновых колец для люков.

Сегодня, после глубокой диверсификации, перспективное развитие завода направлено на расширение выпуска номенклатуры продукции на уровне международных стандартов. Вся выпускаемая продукция производится по заказам.

Литейное производство состоит из 2-х участков:

- **участок алюминиевого литья под давлением;** продукция участка – литые кронштейны для поручневой системы автобусов. Участок оснащен машинами литья под давлением мод. ЛПД 711АО8
- **участок стального литья,** который был организован в 2008 г. для изготовления литых загото-

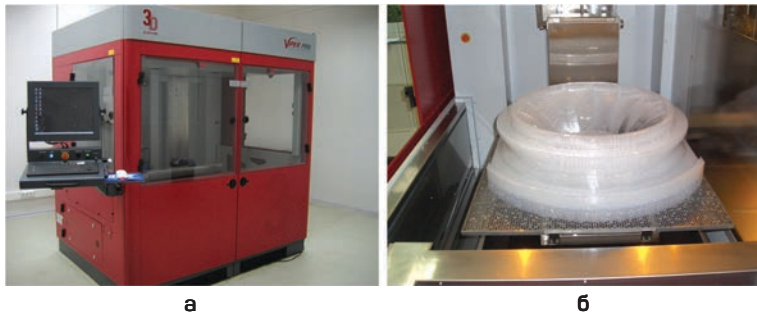


Рис. 1. Установка прототипирования: а – общий вид установки SLA; б – изготовленная часть фотополимерной модели на столе построения

вок из нержавеющей и жаропрочных сплавов. В производстве использовали технологию изготовления отливок по выжигаемым фотополимерным моделям – SLA – технология (технология быстрого прототипирования).

Использование в литейном производстве технологий быстрого прототипирования давно уже стало нормой, т.к. стоимость изготовления моделей на сегодняшний день все еще достаточно велика, а при использовании быстрого прототипирования имеется неоспоримое достоинство – сокращение цикла изготовления первого литого образца или опытной партии. Максимальная выгода при использовании таких моделей в литейном производстве должна быть оправдана в литых заготовках сложной конфигурации. Использование моделей быстрого прототипирования широко отражено в таких направлениях литейного производства, как:

- изготовление модели для снятия переходных форм с применением резиновых материалов (под технологию ЛВМ);
- изготовление постоянных моделей (ПГФ, ХТС);
- изготовление разовых моделей (выжигаемые модели).

Ориентацией на выполнение литых заготовок стало развивающееся направление малых гидротурбинных станций с полным циклом изготовления на заводе. Особенность такой технологии заключается в следующем:

- мобильность в изготовлении модельных комплектов или моделей;
- единичное или мелкосерийное производство;



Рис. 2. Вакуумный плавильно-заливочный комплекс ALD марки VIM IC-40E

- типовыми представителями литых заготовок стали рабочие колеса для ГЭС с параметрами: вес обработанного рабочего колеса до 320 кг, диаметр до 700–800 мм;
- сплав 06Х12НЗДЛ – ТУ 108-11-158-86.

С учетом реконструкции и развития предприятия было закуплено и запущено следующее основное оборудование:

- комплекс лазерной стереолитографии Viper Pro (с рабочей зоной построения 750x650x550 мм). На сегодняшний день установка модернизирована до уровня IPro 9000 (рис.1);
- вакуумный плавильно-заливочный комплекс от ALD VIM IC- 40E (производитель – Германия) с металлоемкостью по плавке нержавеющей сплавов до 500 кг, температура расплава – до 1700°С, глубина вакуума – $5 \cdot 10^{-2}$ Па (рис.2). Исследования, которые легли в основу технологии:

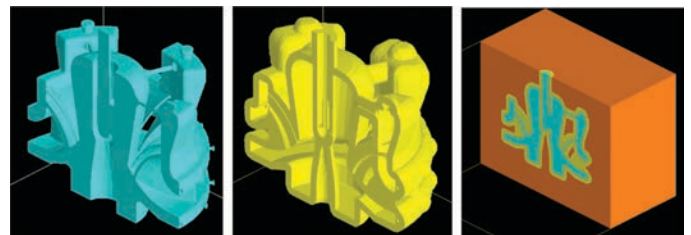


Рис. 3. Начало этапа проектирования: а – исходная модель литой заготовки с элементами ЛПС; б – вид керамической оболочки; в – представление формы перед началом моделирования

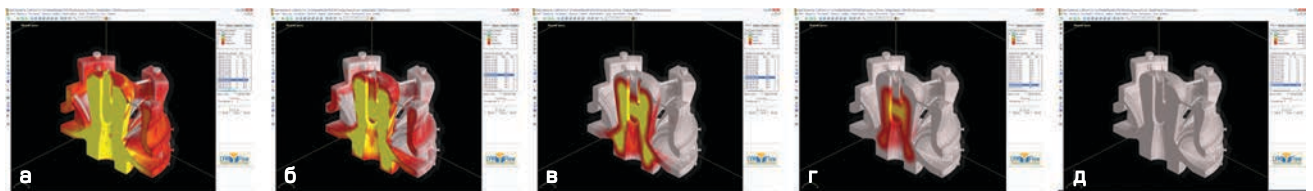


Рис. 4. Поле жидкой фазы через: а – 32 с после заливки; б – 1 мин 40 с; в – 5 мин; г – 15 мин; д – 52 мин

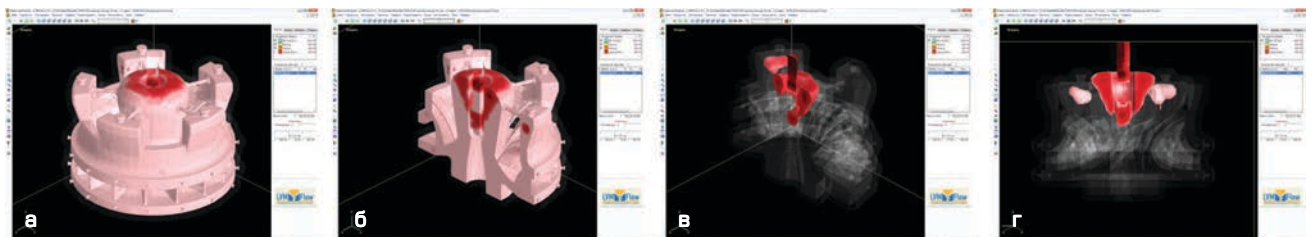


Рис. 5. Поле усадочных дефектов после 35 мин начала кристаллизации

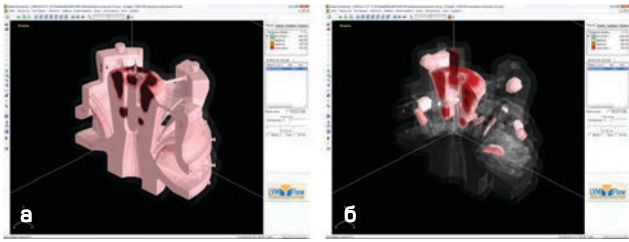


Рис. 6. Распределение усадочных дефектов после полной кристаллизации отливки через 43 мин

- исследования поведения фотополимерных материалов при нагреве (кинетика нагрева, процессы деструкции и горения, газовый состав выделяемых газов при нагреве);
 - исследование свойств керамических материалов (прочностные свойства, газопроницаемость оболочковых форм, область применения материалов в литейном производстве);
 - отработка технологии использования наливных смесей для изготовления отливок из нержавеющей и жаропрочных сплавов.
- Материалы, применяемые в производстве:
материал моделей:
- фотополимер SI-60;
 - восковая композиция МВС 3.
- материалы для изготовления керамических форм:
- водное связующее «АРМОСИЛ А»;
 - плавленный кварц «Экосил мелур» 1, 3, 5, 6;
 - пеногаситель.

Последовательность работы на литейном участке организована по следующей схеме:

1. Чертеж от разработчика в виде 3D модели адаптируется технологом по литейному производству к его особенностям с формированием элементов литниково-питающей системы (ЛПС);
2. Выполняются циклические операции по моделированию литейных процессов (с применением LVM Flow) и изменению ЛПС до подбора удовлетворяющих параметров заливки и конфигурации геометрии литейного блока (рис. 3–6);
3. Выполняется технологическое членение модели и подготавливается технологическая документация;
4. Изготовление модельного комплекта (рис. 7, а);
5. Формообразование с изготовлением разовой керамической оболочки (рис. 7, б);
6. Совмещенная прокатка формы с выжиганием фотополимерной модели;
7. Сборка и нагрев литейной формы под заливку.
8. Заливка, охлаждение, разбор формы, отделение ЛПС.
9. Термообработка и контрольные операции.
10. Финишная механическая обработка.



Рис. 7. Основные этапы изготовления рабочего колеса: **а** – вид фотополимерной модели с элементами ЛПС; **б** – вид керамической оболочки после прокатки – выжигания; **в** – вид отливки на этапе разборки формы; **г** – вид литой заготовки с элементами ЛПС после обработки пескоструйным способом; **д** – вид литой заготовки после предварительной механической обработки; **е** – вид заготовки на этапе контроля методом цветной дефектоскопии; **ж** – вид литой заготовки на промежуточном этапе финишной обработки

Примером реализации технологии может быть проект моделирования отливки «Колесо лопастное типа Френсис» в модуле «Затвердевание» программы LVM Flow CV.

Исходные данные для моделирования:

- Сплав – 06Х12НЗДЛ
- Температура заливки – 1600°С
- Температура формы – 600°С
- Температура оболочки – 600°С
- Толщина оболочки – 20 мм

Форма		Шкала	Поворот	Графики
Материалы формы		Т, °С		
<input checked="" type="checkbox"/>	06Х12НЗДЛ	1600.00		
<input checked="" type="checkbox"/>	Корунд	600.00		
<input checked="" type="checkbox"/>	Корунд	600.00		
<input checked="" type="checkbox"/>	Среда_Вакуум	600.00		

Практическая часть проекта начинается с получения результатов моделирования и по временным параметрам она имеет следующие границы исполнения:

- изготовление фотополимерной модели – 4 суток (машина построения работает круглосуточно);
- монтаж модели и элементов ЛПС с последующим изготовлением керамической оболочки – 10 суток (работа выполняется круглосуточно)
- совмещенный этап прокатки керамической оболочки с совместным выжиганием занимает 18 час;
- остывание керамического блока, осмотр и сборка составляет – 3 рабочие смены;



Рис. 8. Выполняемый проект

- сборка опоки и нагрев под заливку от 4 до 5 дней;
- плавильно – заливочные операции выполняются за 1 рабочий день;
- остывание и отделение керамической оболочки с последующей предварительной механической обработкой занимает до 10 дней.

Цикл от результатов моделирования до получения литой заготовки в среднем составляет до 30 дней (рис. 7, а–д). Дальнейшие работы связаны с тер-

мообработкой и с такими механическими операциями, как: доведение лопастей, обработка заготовки в размер, изготовление шпоночных пазов и балансировки. Попутно выполняется комплексный контроль (рис.7, е) с получением механических свойств изделия и аттестацией плавки.

Особенностью работы является то, что плавильно-заливочные работы выполняются в вакуумной камере, с заранее заготовленной шихтой (по типоразмерам заготовок и химическому составу).

В настоящее время коллективом предприятия выполняется следующий проект (рис.8):

Коллектив участка ведет исследовательские работы, направленные на усовершенствование технологии изготовления литых заготовок, использованию новых материалов и режимов с целью улучшения качества литья.

Список литературы

1. Турицев В.В., Леднев А.С., Шаева Е.В., Морозов В.В. Метод литья по выплавляемым моделям: ломаем стереотипы! Новые возможности метода ЛВМ// Литейщик России. – 2010. – №5. – С.16–19.
2. Васильев В.А., Морозов В.В. Изготовление стальных отливок по фотополимерным моделям путем выжигания их в литейной форме. Современные проблемы металлургического производства. – Тез. межд. науч.-техн. конф. – Волгоград.– 2002.– С. 334–337.

В.А.Дубровский (канд. техн. наук, заместитель Главного металлурга ОАО «Протон-ПМ», г. Пермь, vdubrovskii@protonpm.ru), И.А. Арбузов (Генеральный директор ОАО «Протон-ПМ», г.Пермь), В.А. Переславцев (Главный металлург ОАО «Протон-ПМ», г. Пермь), Т.Н. Аитова (ведущий инженер-технолог ОАО «Протон-ПМ, г.Пермь)

Разработка и внедрение роботизированного процесса изготовления форм по выплавляемым моделям для отливок ракетно-космической техники

Литые детали всех ракетно-космических аппаратов, как правило, исходя из требований высочайшей надежности, изготавливаются преимущественно из высокопрочных, высоколегированных сталей или из никелевых жаропрочных сплавов. Отдельные виды отливок насосов горючего ракетных двигателей на жидком топливе (ЖРД) в последнее время стали изготавливаться из литых титановых сплавов. Другой чрезвычайно важной особенностью отливок для космических аппаратов является сложнейшая конструктивная форма в сочетании с высокими требованиями по геометрической точности. Все эти особенности диктуют и выбор технологии изготовления этих отливок, а именно, метод литья по выплавляемым моделям. Несмотря на продолжительную историю возникновения этого метода получения отливок в последнее время происходят существенные сдвиги как в совершенствовании самого метода, так и в сред-ствах производства отливок этим методом.

Основной сутью данного метода, как и раньше, является создание восковой модели из модельной массы с последующим изготовлением

В статье представлен реализованный проект роботизированного комплекса для изготовления форм по выплавляемым моделям для получения сложнофасонных отливок авиационного и космического назначения. Показана технологическая схема комплекса с системами управления технологическим процессом. Приведены результаты внедрения комплекса для повышения качества и снижения стоимости отливок.

Ключевые слова: робототехнический комплекс, система программного управления процессом IC-QL, связующее Ludox-SK.

Dubrovskiy V.A., Arbuzov I.A., Pereslvtsev V.A., Aitova T.N. Development and adoption of robotized process for the manufacture of investment casting molds for the castings used in the rocket and space technical equipment

The article contains implemented project of robotized complex for the manufacture of investment casting molds for the production of complicated shape castings used in aviation and space technical equipment. Technological scheme of complex with control system of technological process is shown. The article gives the results of the implementation of the complex to improve quality and reduce the cost of castings.

Keywords: robotized complex, process control software system IC-QL, binder Ludox-SK.