



УДК 621.74

Поступила 10.02.2014

А. П. МЕЛЬНИКОВ, М. А. САДОХА, Д. М. ГОЛУБ, В. Л. АКУЛИЧ, Н. А. ЯЦЕВИЧ, ОАО «БЕЛНИИЛИТ»

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ ЛИТЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Рассматриваются пути поиска новых подходов к изготовлению литейной технологической оснастки при подготовке производства отливок.

Ways of search of new approaches to manufacture of foundry industrial equipment at preparation of the castings production are considered.

Известно, что в общем процессе технологического обеспечения производства отливок большую роль играет технологическая оснастка. Именно она во многом определяет экономические и технические параметры производства отливок, в том числе стоимостные и, в конечном итоге, конкурентоспособность литья и изделий машиностроения на рынке.

Среди основных параметров литейной технологической оснастки следует отметить следующие: стоимость изготовления; срок изготовления; срок службы; ремонтпригодность и простота выполнения ремонта; точность.

В разных случаях значимость этих факторов различна. Так, традиционно при подготовке производства новых изделий машиностроения возникает необходимость изготовления опытных партий отливок с целью апробирования всех технологических приемов их производства. В этом случае наиболее важными являются сроки изготовления оснастки, ее ремонтпригодность (велика вероятность необходимости доработки) и стоимость изготовления. При освоении серийного производства наряду со стоимостью изготовления оснастки становятся очень важными такие параметры, как срок ее службы и ремонтпригодность.

Классические варианты изготовления литейной технологической оснастки из металлических материалов и дерева уже практически полностью оптимизированы и не имеют существенного ресурса по улучшению приведенных выше параметров.

В последние годы в технологиях литейного производства произошли существенные изменения: стали широко применяться процессы «холод-

ного» отверждения форм и стержней, новые методы формообразования и т. п. Вместе с тем, на рынке материалов появилось много новых видов искусственных синтетических продуктов с уникальным сочетанием свойств, в том числе модельных пластиков с повышенными прочностными и износостойкими характеристиками, возможностями их ускоренной обработки. Современные модельные пластики имеют низкую адгезию многим связующим материалам, что обеспечивает получение рабочих поверхностей форм и песчаных стержней высокого качества. Плотность данных материалов (от 0,1 до 1,8 г/см²) существенно ниже плотности традиционно используемых для изготовления литейной технологической оснастки металлических материалов. Производство оснастки из них, ее ремонт и эксплуатация требуют существенно меньших энергетических затрат, чем в случае применения металлов.

Эти процессы и определили пути поиска новых подходов к изготовлению литейной технологической оснастки при подготовке производства отливок.

Среди изучаемых процессов – технологии «ускоренного» изготовления оснастки – моделей и стержневых ящиков, в том числе высокой сложности и точности из полимерных материалов. Для широкого применения в промышленности важно иметь рынок заготовок стабильного качества. Поэтому на первой стадии в литейных лабораториях ОАО «БЕЛНИИЛИТ» работы проводили с применением пластиковых материалов «prolab 65» и «lab 850 new», которые выпускаются серийно и имеют хорошие эксплуатационные свойства, в том числе стабильную размерную точность. Твердость по Шору плит –

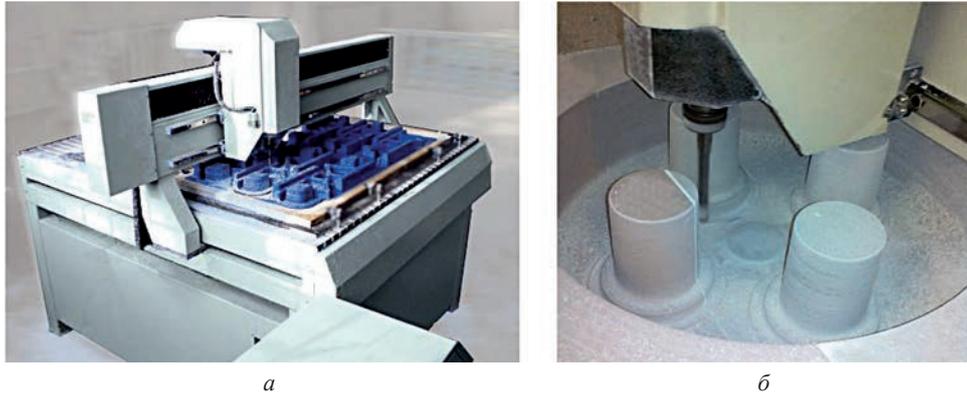


Рис. 1 Установка мод. П1896

от 63 до 80 D, плотность – от 0,65 до 1,18 г/см². Наличие специальных паст и клеев для них существенно упрощает решение ряда вопросов, в том числе и связанных с габаритами оснастки, ее ремонтом и корректировкой при литье опытных отливок.

Известно, что при подготовке опытного и мелкосерийного производства сложнопрофильных отливок одной из основных является технология изготовления литейной оснастки методом обработки резанием из монолитных заготовок с использованием оборудования с ЧПУ.

В лабораторных условиях ОАО «БЕЛНИИЛИТ» для отработки технологических параметров обработки различных материалов, анализа возможностей различного программного обеспечения при решении поставленных задач использовалась установка мод. П1896, на которой производится изготовление моделей железнодорожной отливки «башмак» (рис. 1, а) и отливки «водило» для дорожной техники (рис. 1, б). Технические характеристики установки мод. П1896 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика	Значение
Размер зоны обработки, мм:	
длина	1200
ширина	1200
высота	100
Мощность шпинделя, кВт	2,2
Система управления	ЧПУ

Современные компьютерные технологии позволяют значительно ускорить создание оснастки путем применения сквозного процесса от проектирования детали до изготовления литейной оснастки без разработки промежуточной технической документации на бумаге.

Для проведения работ в условиях ОАО «БЕЛНИИЛИТ» были опробованы следующие программные продукты: Camworks, NX, SolidCam, Artcam, Mastercam, MACH3, визуализатора G кодов – Cimco

Edit и др. Примеры возможностей программы Camworks показаны на рис. 2, 3.

Проведенные работы подтвердили, что для производства сложной литейной технологической оснастки целесообразно применять программные пакеты, позволяющие выполнять комплекс задач: разрабатывать трехмерные модели, создавать управляющие программы, производить визуализацию траекторий обработки, корректировать модели с автоматическим изменением траекторий инструмента в созданной управляющей программе при изменении любого размера. Именно интегрированные приложения к графическим пакетам обе-

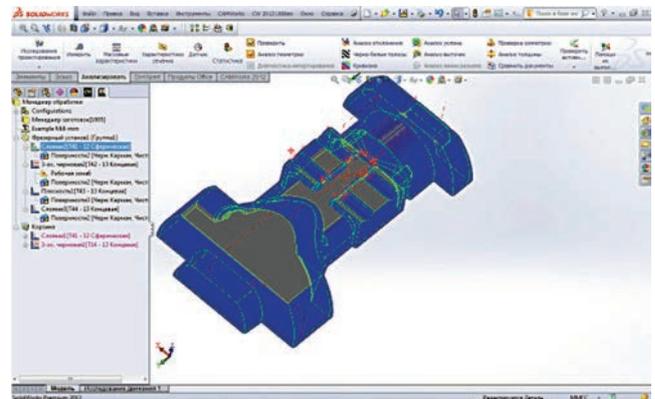


Рис. 2. Визуализация траекторий чистовой обработки модели «рукав» (программа Camworks)

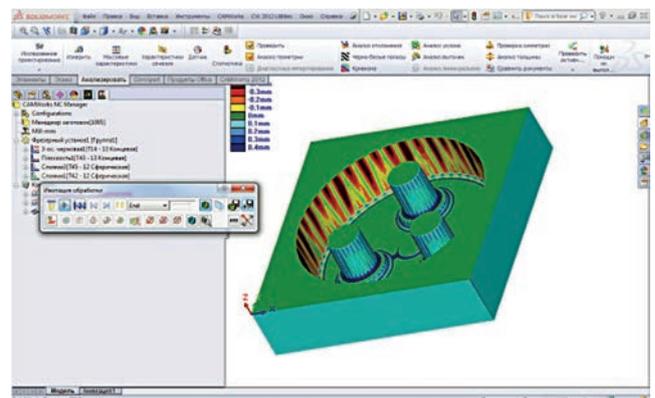


Рис. 3. Моделирование обработки модели «водило» (программа Camworks)



Рис. 4. Примеры литейной оснастки, рабочие моменты изготовления оснастки и сборки форм

спечивают возможность создания полнофункциональной CAD/CAM-системы.

В ходе выполнения экспериментальных и исследовательских работ была спроектирована и изготовлена литейная оснастка для производства отливок для новых моделей двигателей внутреннего

сгорания ОАО «ММЗ», новых узлов погрузчиков и дорожной техники ОАО «Амкордор», новых стантин электродвигателей ОАО «Полесьэлектромаш» и других сложнопрофильных отливок. Примеры литейной оснастки, рабочие моменты изготовления оснастки и сборки форм приведены на рис. 4.

Полученные в процессе экспериментов данные позволили оценить возможности различного программного обеспечения с точки зрения изготовления литейной оснастки, установить оптимальные параметры обработки материалов и разработать техническое задание на создание экспериментальной установки для изготовления формообразующих элементов литейной оснастки. При этом было определено, что основные требования, которым должна соответствовать экспериментальная установка, следующие:

- повышение производительности изготовления оснастки в 1,5–2,5 раза по сравнению с производительностью аналогичного оборудования, применяемого для обработки металла;
- снижение затрат труда квалифицированных рабочих-станочников за счет углубленной технологической подготовки производства как составной части сквозного процесса проектирование-изготовление;
- сокращение сроков подготовки производства отливок и новых деталей путем возможности применения современных программ и других средств информационных технологий;
- снижение продолжительности цикла подготовки производства отливок в несколько раз.

Технические требования, которым должна соответствовать экспериментальная установка, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика	Значение
Размер зоны обработки, мм:	
длина	1600
ширина	1050
высота	500
Скорость холостых ходов, м/мин	20
Скорость резания, м/мин	до 15
Скорость вращения шпинделя, об/мин	до 18 000
Диаметр фрез, мм	от 1 до 20
Другие	Автоматическая смена инструмента

Общая структурная схема экспериментальной установки и ее 3D-модель (рис. 5) были выполнены в рамках задания подпрограммы «Металлургия 2.2.0б» «Создание теоретических и технологических основ производства конкурентоспособных отливок ответственного назначения, создание экспериментальных технологий, опытных образцов оборудования и базовых отливок для станкостроения и тракторостроения».

На основании разработанной модели с помощью программы Nastran NX (инструмент для проведения компьютерного инженерного анализа про-

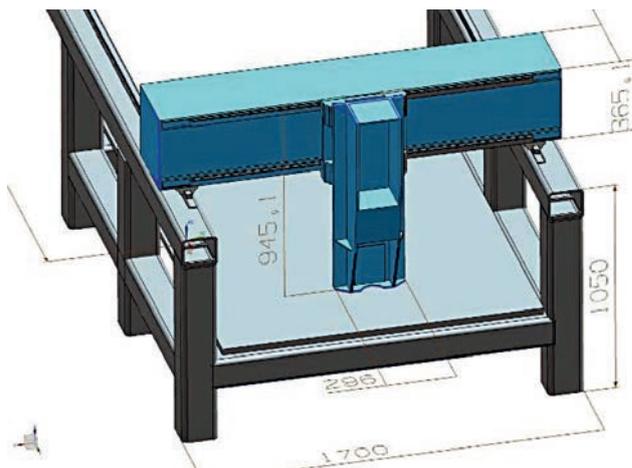


Рис. 5. Общая структурная схема и 3D-модель экспериментальной установки

ектируемых изделий методом конечных элементов от компании Siemens PLM Software) были проведены расчеты на жесткость конструкции установки и ее основных узлов.

Произведены следующие расчеты: жесткость конструкции; воздействие сил гравитации; воздействие сил, вызванных сопротивлением резания; воздействие сил гравитации и сопротивления при изменении взаимного расположения осей X , Y и Z относительно друг друга и другие показатели.

В процессе проведения расчетов конструкция и схема экспериментальной установки многократно изменялись для достижения требуемых показателей жесткости (было установлено требование ее максимального отклонения не более чем на 0,1 мм) (рис. 6).

В результате проведенных работ создана окончательная полная 3D-модель экспериментальной установки (рис. 7). Ведется подготовка изготовления опытного образца установки, который будет проходить апробацию в лабораторных условиях ОАО «БЕЛНИИЛИТ».

Накопленный опыт в ОАО «БЕЛНИИЛИТ» в вопросах подготовки литейного производства, в том числе использование освоенного метода ускоренного изготовления оснастки, позволит обеспечить следующее:

- Изготовление оснастки широкого диапазона размеров – от небольших до крупных деталей (с максимальным габаритным размером – до нескольких метров).
- Минимальный срок проектирования и изготовления оснастки – от нескольких дней (в зависимости от сложности).
- Сквозной полный цикл изготовления изделий – от чертежа детали-отливки, проектирования и изготовления оснастки до получения экспериментальной партии отливок с возможностью со-

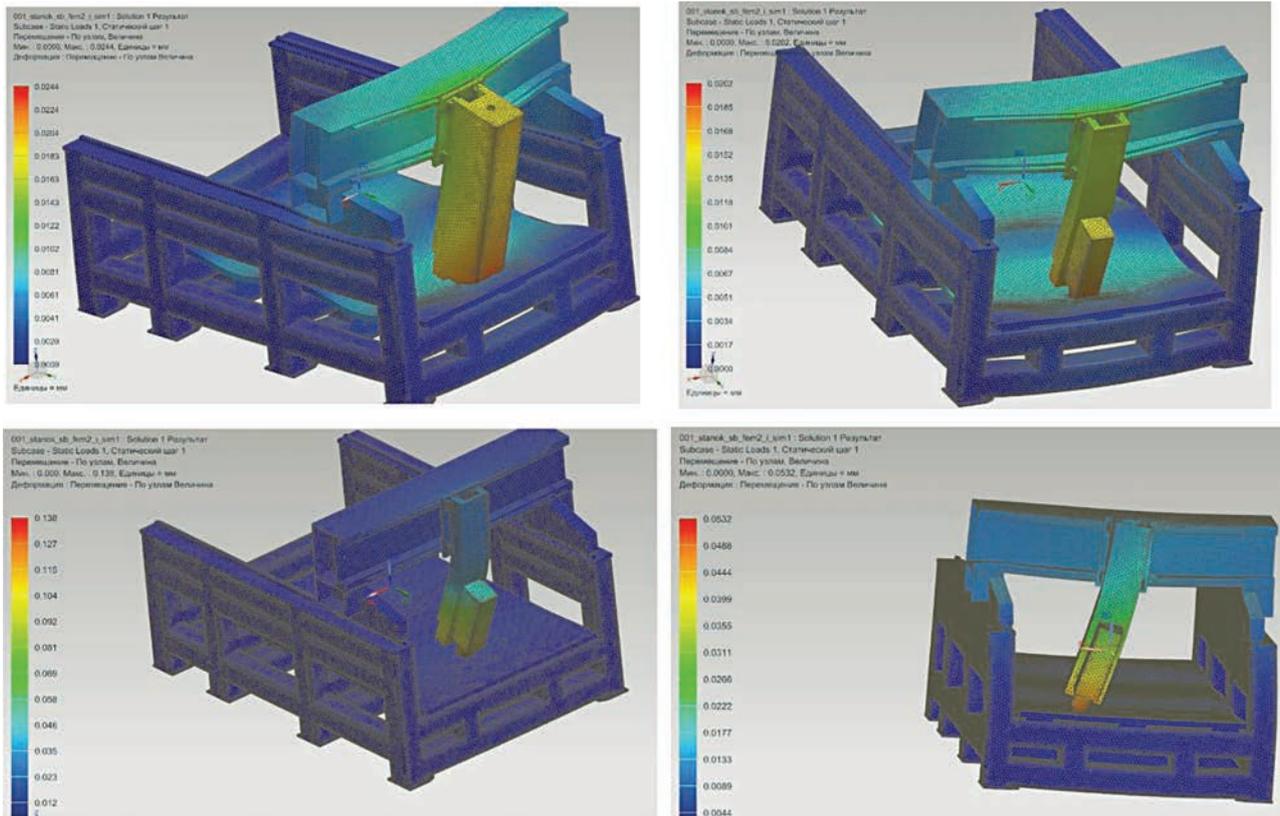


Рис 6. Моделирование нагрузки на экспериментальную установку и определение жесткости ее конструкции

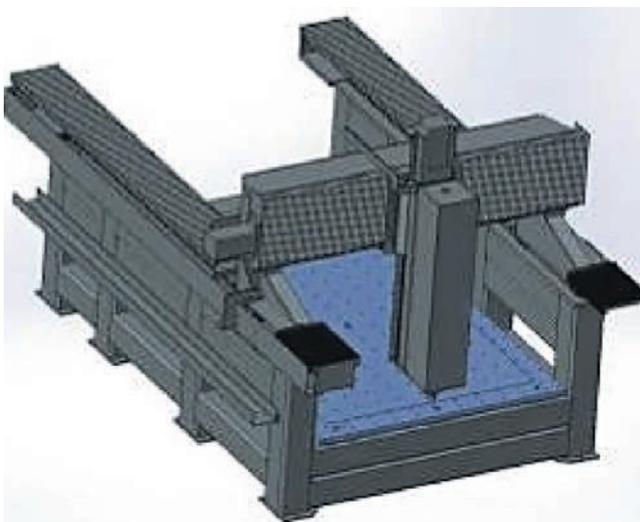


Рис. 7. Общий вид экспериментальной установки для обработки формообразующих элементов литейной оснастки

проведения внедрения технологии изготовления отливок у Заказчика.

- Возможность отработки технологии изготовления форм, стержней и отливок в лабораторных условиях ОАО «БЕЛНИИЛИТ» позволяет сократить время на освоение промышленного производства отливок у Заказчика.

- Снижение стоимости изготовления оснастки от 20% до нескольких раз за счет применения инновационных технологий и материалов.

- Возможность обработки широкой гаммы материалов (алюминиевые сплавы, латуни, модельные пластики, дерево, МДФ и др.).

- Возможность комплексной поставки литейного оборудования «под ключ», оснащенного необходимой оснасткой с отработкой технологии и обучением персонала Заказчика.