

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ НА ОСНОВЕ СКВОЗНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

© 2009 Т. С. Шишкина, В. Г. Смелов, Н. Д. Проничев

Самарский государственный аэрокосмический университет

Рассмотрено использование интегрированных САПР для создания сложной технологической оснастки при организации сквозного производства. Проводится анализ эффективности разработанной методики в реальном производстве и даны рекомендации для более эффективного применения.

САПР, литейная форма, формопакет, управляющая программа, методика

Современные системы автоматизированного проектирования (САПР) широко используются в производстве на всех этапах жизненного цикла изделия, значительно облегчая специалистам работу с новейшим оборудованием. Практическое применение САПР, объединяющих различные модули и адаптированные базовые сценарии пошагового конструирования, выявило потребность глубокого изучения возможностей данных программ и составления методик, позволяющих наиболее быстро и эффективно внедрять информационные системы в реальное производство.

САПР позволяют использовать в качестве исходных данных, трехмерные модели деталей, эффективность которых проявляется там, где возникает необходимость описания поверхностей свободной формы (математически неопределённых, все точки которых имеют различное положение в пространстве), объёмная модель наиболее полно описывает геометрию детали, что очень важно при изготовлении литейной оснастки.

Интегрированные программные продукты, объединяющие в себе CAD, CAE, CAM, PDM модули, позволяют использовать один информационный комплекс на различных этапах производства, что требует интеграции всех специалистов предприятия в едином информационном пространстве.

Для повышения эффективности применения САПР при конструировании и производстве литейной оснастки была разработана методика, позволяющая оптимизировать процесс создания сложной литейной оснастки. Алгоритм этого процесса приведен в работе «разработка методики проекти-

рования формообразующей оснастки с использованием интегрированных информационных систем» [1]. Блок-схема алгоритма, пошагово описывает основные этапы разработки конструкции и производства литейной оснастки. Алгоритм имеет контрольные точки, через которые осуществляется внутренняя обратная связь на протяжении всего процесса изготовления изделия. Так же алгоритм имеет разветвление: создание конструкторской документации и получение 3D моделей деталей литейной формы происходит одновременно. Конструкторская документация формируется автоматически из объёмных моделей, специалист контролирует и корректирует процесс создания чертежей. Далее полученная документация на изделие может храниться в базе данных в электронном виде, что очень удобно при использовании «безбумажной» формы производства и значительно упрощает внесение изменений и поправок в документ при последующих согласованиях и доводочных работах. Получение 3D моделей деталей литейной формы осуществляется путем выделения деталей из 3D модели сборки и импортирования их в отдельные файлы, которые в дальнейшем используются для создания управляющих программ для станка с ЧПУ. Данные процессы являются взаимосвязанными и могут выполняться одним специалистом как единый комплекс работ.

Предложенный алгоритм был отработан при изготовлении литейной формы, благодаря чему была оценена эффективность применения и особенности использования методики в производстве. Из множества

программных продуктов была выбрана программа Cimatron.

Cimatron - CAD/CAM система, построенная на концепции *From Data to Steel* («От данных до металла»), позволяющая применять сквозную технологию в реальном производстве, что значительно повышает производительность при высоких качественных показателях.

В качестве исходных данных рекомендуется использовать чертеж заготовки. На данном этапе желательно, чтобы заказчик мог предоставить документы в международных форматах хранения данных, тогда чертеж может быть загружен в CAD модуль программы и использоваться для дальнейшей работы без перестроений.

Проектирование начинается с создания 3D модели рабочей детали (рис. 1), которую легко получить из 2D чертежа, загруженного в CAD модуль путем простейших операций. Полученная деталь сохраняется отдельным файлом 3D модели и в дальнейшем импортируется в модуль автоматизированного проектирования литейной оснастки, как ключевой объект проекта.

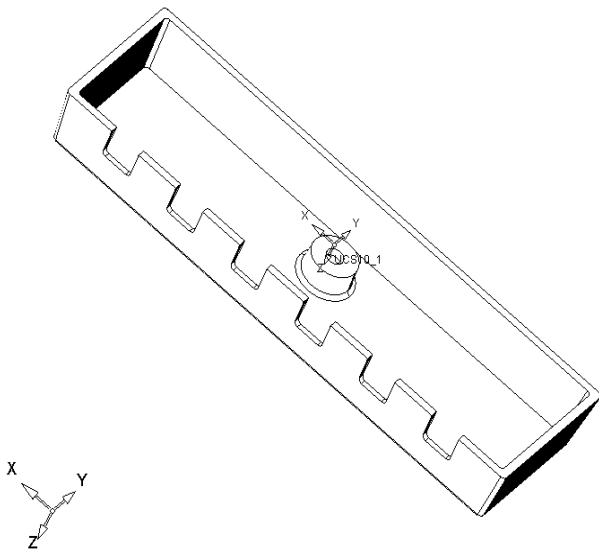


Рис. 1. Объемная модель основной детали

При создании проекта литейной формы особое внимание следует уделять ключевым моментам. Определение габаритных размеров осуществляется на основании данных о литейной машине, на которую будет установлена форма, а именно предельные размеры рабочей области. Выбор компоновочной детали литейной формы производится по

каталогу компоновочных деталей и определяет следующие параметры: количество заготовок (две или более), расположение заготовок: (по окружности или последовательно) при этом необходимо учитывать мощность подачи расплава в литейной машине, характер плавления материала, его текучесть и скорость остывания. Так же на этом этапе в качестве характеристики рабочего материала указывается его усадка, которая позднее будет автоматически учитываться при создании поверхностей и деталей области разъема. Все данные по материалам можно найти в справочной литературе.

Альтернативным вариантом является расчет потребной мощности и габаритов рабочей области литейной машины, такой подход используется при особых условиях производства с учетом серийности и характеристик материала расплава.

При формировании поверхности разъема используется объемная модель рабочей детали, которая загружается в область разъема литейной формы.

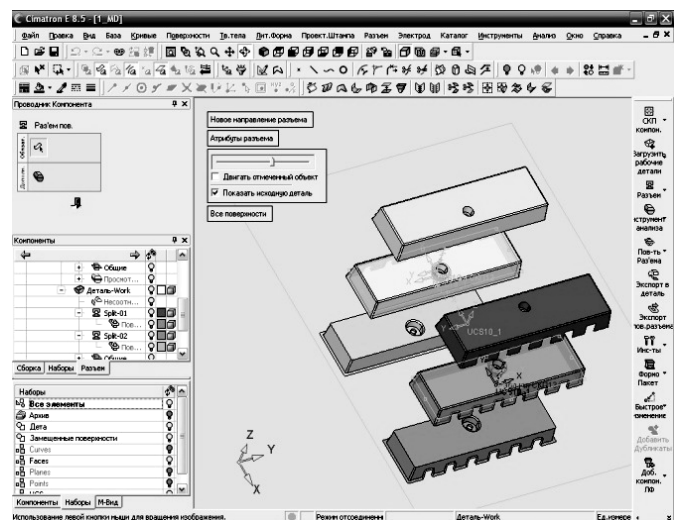


Рис. 2. Формирование поверхности разъема

Поверхность разъема формируется из элементов поверхности рабочей детали (рис. 2), в результате чего может не хватать некоторых поверхностей, необходимых для определения формообразующих деталей пуансона и матрицы, как правило, это торцевые элементы выступов и впадин, не обозначенные геометрией основной детали, но необходимые для ее получения.

Поверхности добавляются в режиме редактирования (рис. 3). Результат проектирования можно контролировать с помощью функции моделирования процесса разъёма.

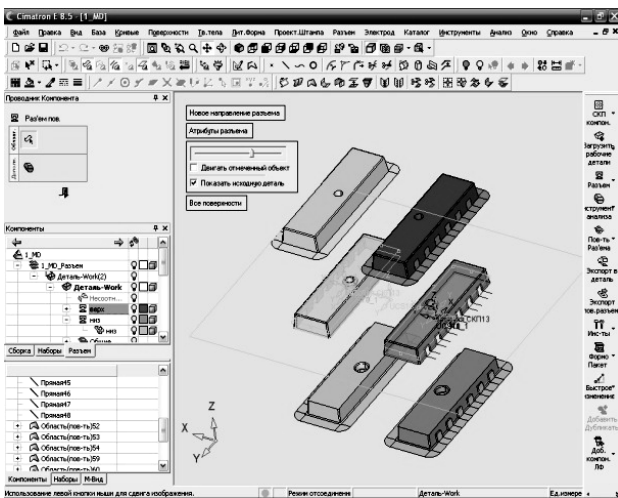


Рис. 3. Получение поверхностей разъёма с добавленными элементами

При выборе формопакета, рекомендуется использовать программу установки плит формопакета (рис. 4). Сначала необходимо выбрать тип компоновки плит: исходя из назначения литейной формы, особенностей её установки, закрепления и работы в литейной машине, учитывая будущее расположение систем формы, из имеющихся в каталоге вариантов компоновки плит формопакета выбирается наиболее приемлемый. Далее, исходя из габаритов ранее выбранной компоновочной детали, задаётся предельный параллелепипед активных деталей и, с учетом габаритных размеров рабочей детали, редактируются толщины плит. Так же на данном этапе конструктор может, используя компоновщик, подобрать составляющие элементы систем литейной формы и их расположение.

Предельный параллелепипед - это та область, в которой будут происходить процессы формирования основной детали, поэтому необходимо учитывать такие факторы, как длина литников, сложность пути расплава, прогрев деталей пуансона и матрицы расплавом и подвод охлаждения. Размеры элементов и их взаимное расположение должны обеспечивать удобство закрепления и обработки детали на станке.

Программа установки плит формопакета после завершения компоновки автома-

тически выбирает из каталога все детали литейной формы соответствующих размеров и создает дерево построения, при помощи которого многократно упрощается работа с проектом литейной формы, доступ к информации о каждой детали в отдельности и их связь с каталогом. В дереве построения все компоненты разделены на группы: верхняя половина формы, нижняя половина формы, разъём и система выталкивания. Все элементы связаны внутри группы между собой, что упрощает процесс редактирования отдельных деталей и целых систем.

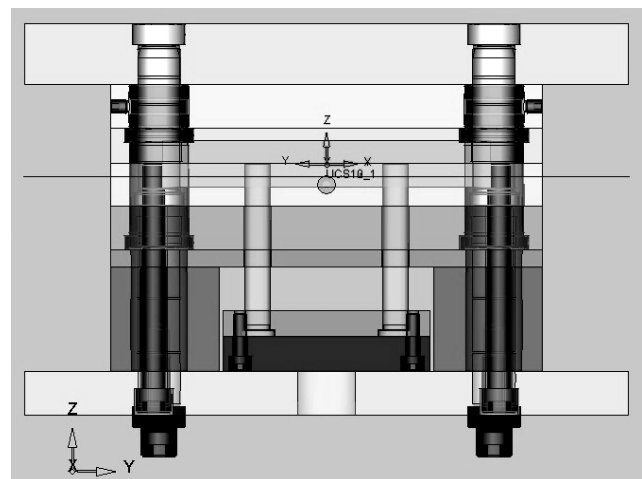
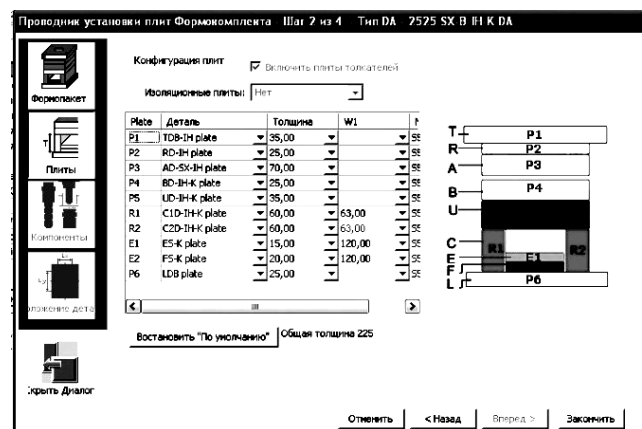
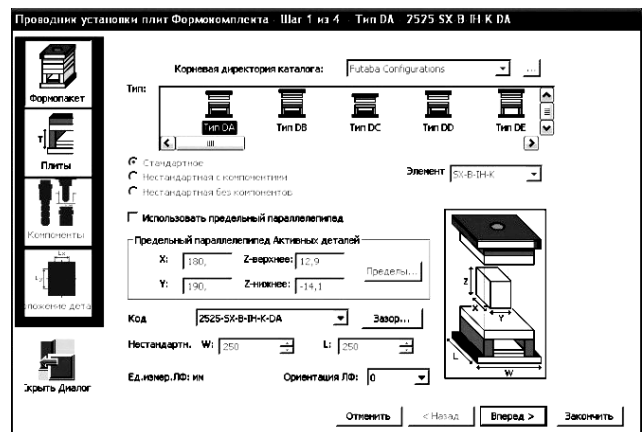


Рис. 4. Пошаговое моделирование штампа

Автоматический компоновщик создает проект литейной формы из деталей, имеющих в библиотеке. Каждый программный продукт поставляется в комплекте с базовыми библиотеками, заложенными разработчиком, содержание этих библиотек может не удовлетворять требованиям конструктора как по размерам деталей, так и по материалам. Библиотеки деталей и материалов предприятия добавляются в программу с помощью менеджера библиотек на подготовительном этапе производства.

Возможности модуля автоматизированного проектирования литейной формы позволяют конструктору редактировать материал и размеры деталей формы как до завершения проекта, так и после, на любом этапе производства. Если в результате редактирования специалист вынужден создавать новую деталь, то он может выбрать нестандартный вариант, самостоятельно задать размеры, материал и сохранить эту деталь в библиотеке. В дальнейшем она может быть использована автоматическим компоновщиком при создании другого проекта.

Проектирование деталей пуансона и матрицы осуществляется в режиме редактирования области разреза. Формообразующие поверхности деталей создаются из полученных ранее поверхностей разреза, а размеры пуансона и матрицы определяются размерами предельного параллелепипеда активных деталей. После создания пуансона и матрицы эти элементы помещаются в дерево проекта в группу деталей разреза и таким образом импортируются в разработанную литейную форму.

После получения формообразующих деталей создаются и редактируются системы, литейной формы: система охлаждения, выталкивания и литейная система. Рекомендуется начинать проектирование систем формы с системы охлаждения.

Проектирование системы охлаждения начинается с создания эскиза в формообразующей плите с неподвижной стороны литейной формы. Эскиз выполняется простыми линиями в заданной плоскости, смещенной от верхней поверхности плиты на величину, необходимую для размещения всех конструктивных элементов. При выполнении эскиза необходимо учитывать, в какой последовательности будут обрабаты-

ваться каналы охлаждения, чтобы обеспечить возможность их обработки за минимальное количество переходов и переустановок. После завершения эскиза необходимо задать максимальный диаметр объектов охлаждения и величину допустимого смещения отверстия, для этого конструктору необходимо иметь доступ к базе данных инструментов, применяемых на предприятии, с описанием их характеристик, в том числе максимальной глубины канала, которую возможно обработать за один переход. Выбирая инструмент, конструктор должен применять знания из области технологии для обеспечения наилучшего результата при согласовании проекта и при его реализации. Окончательный этап процесса формирования канала охлаждения заключается в том, что конструктор определяет рабочие и нерабочие части каналов. В нерабочие части устанавливаются заглушки, при этом необходимо получить извилистый канал, обеспечивающий охлаждение плиты на всех критических участках. При большом количестве формообразующих поверхностей, изготовлении крупных деталей или деталей сложной формы рекомендуется осуществлять подвод охлаждения к каждой формообразующей поверхности отдельно. Дополнительные детали системы охлаждения, обеспечивающие впрыск охлаждающей жидкости и ее слив, выбираются из библиотеки.

После системы охлаждения создаются литниковая система и система выталкивания. При этом необходимо учитывать характеристики литейной машины: устройство автоматов впрыска расплава и разреза литейной формы. Так же следует учитывать характеристики материала расплава (температура плавления, текучесть, скорость застывания) и характеристики застывшего материала – всё это в совокупности с литниковой системой и системой выталкивания оказывает влияние на качество получаемой детали и появление бракованных изделий в партии. Качественные показатели: чёткость элементов, минимальный облой, чистота поверхности, следы от литника и выталкивателей – большинство этих параметров оговаривается на чертеже основной детали.

После получения 3D модели литейной формы рекомендуется исследовать конструкцию на возможность нестабильной рабо-

ты. Для этого можно применить моделирование литья в специализированной программе.

Компьютерное моделирование процессов литья помогает выявить конструкторские ошибки на стадии проектирования и усовершенствовать литьевую форму до её изготовления, что значительно уменьшает затраты на материал и обработку, но не исключает доводочные испытания. Чтобы провести анализ литьевых процессов, необходимо импортировать проект литьевой формы в специализированную программу, что обеспечивается путем использования единых международных стандартов хранения 3-х мерных моделей деталей, используемый в современных программных продуктах.

Данный пункт является контрольной точкой алгоритма, через которую осуществляется обратная связь. При обнаружении дефектов литья в результатах моделирования рекомендуется устранять дефекты конструкции формы, начиная с шестого пункта алгоритма [1] путем пересмотра параметров составляющих элементов: рабочих плит, деталей разъёма, систем формы. Альтернативный контроль, который может быть применен для доводки модели – это доводочные испытания литьевой формы. Данный способ является более затратным, требует изготавливать детали формы с учетом последующей доработки, а также требует участия в доводочных работах специалистов литейного производства.

По результатам проведенного анализа, конструктор вносит исправления в проект формы. Далее создаются файлы с 3D моделями деталей литьевой формы и конструкторской документацией (что было описано выше).

Перед тем, как приступить к разработке технологического процесса, специалисты должны провести технологическое согласование: технолог совместно с конструктором рассматривают каждую деталь разработанной литьевой формы с учетом особенностей производства и повышения технологичности конструкции. Интегрированные программные продукты позволяют вносить изменения в проект на любой стадии разработки, благодаря чему значительно упрощается доводочный этап создания конструкции литьевой формы. Технологическое согласование

также является контрольным пунктом в алгоритме создания литьевой формы. В данном пункте рекомендуется не ограничиваться нестандартными деталями и прорабатывать проект по возможности более подробно вплоть до исходных данных.

После согласования на основании принятых решений и рекомендаций в проекте выполняются поправки и изменения. Далее разрабатывается технологический процесс с подробным описанием каждого этапа обработки.

На основании данных, полученных из 3D модели формы, разрабатываются управляющие программы (УП). Верификация перемещений инструмента происходит в САМ модуле программы Cimatron, таким образом, весь комплекс работ по подготовке производства может быть выполнен одним специалистом.

При применении верификации УП отладка программы производится вне станка, поэтому в алгоритм вводится дополнительная контрольная точка с обратной связью – контроль полученных деталей. При несоответствии параметров деталей требованиям вносятся корректировки в УП, если же дефекты продолжают проявляться при обработке, рекомендуется искать причину, начиная с самого первого пункта создания литьевой формы.

Данная методика была применена в реальном производстве для создания литьевой формы. С учетом рассмотренных выше особенностей использования программы с модулем автоматизированного проектирования, была создана литьевая форма (рис. 5,6,7). При этом удалось обеспечить интеграцию специалистов в едином информационном пространстве и реализацию сквозного производства.

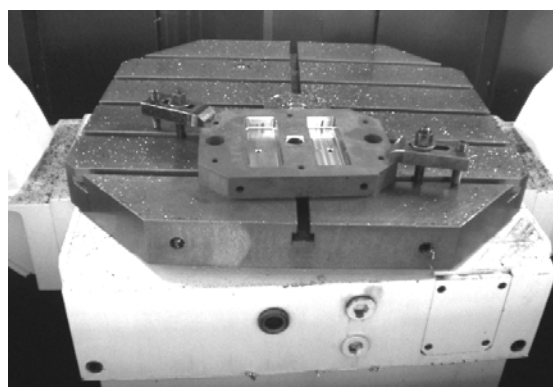


Рис. 5. Обработка детали на станке с ЧПУ



Рис. 6. Детали литейной формы

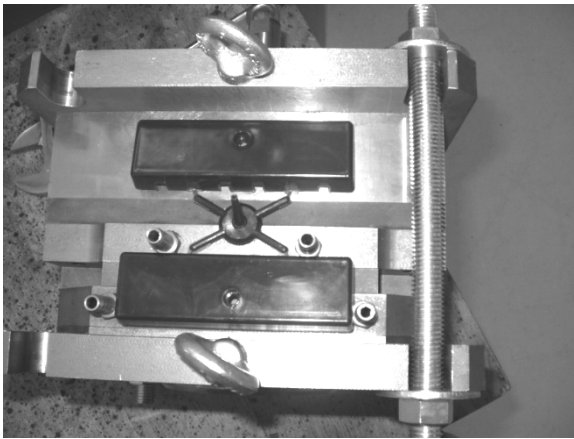


Рис. 7. Литейная форма с отливкой

Использование данной методики позволило сократить время создания литейной формы с трех месяцев до одного. Методика

может также успешно применяться с использованием других аналогичных программных продуктов, имеющих пошаговый сценарий моделирования формы и обеспечивающих сквозную интеграцию специалистов.

Библиографический список

1. Шишкина, Т.С. Разработка методики проектирования формообразующей оснастки с использованием интегрированных информационных систем / Т.С. Шишкина, В.Г. Смелов, Н.Д. Проничев // Проблемы и перспективы развития двигателестроения. Материалы докладов междунар. науч.-технич. конф. 24-26 июня 2009 г. – Самара: СГАУ, 2009 – В 2 Ч. Ч. 2 – С. 154-157.

References

1. Shishkina T.S., Smelov V.G., Pronichev N.D. Development of the design procedure of the shaping rigging with the use of the integrated information systems // Problems and Perspectives of development engines. Materials of reports of the international scientific and technical conference 24-26.06. 2009 г. – Samara: Samara State Aerospace University, 2009. – Т 2 – Р. 154-157.

DEVELOPMENT OF THE DESIGN PROCEDURE OF THE SHAPING RIGGING WITH THE USE OF THE INTEGRATED INFORMATION SYSTEMS

© 2009 T. S. Shishkina, V. G. Smelov, N. D. Pronichev

Samara State Aerospace University

The paper describes the use of integrated CAD system for creating complex of Technology for snap-through-manufacturing organizations. Analysis of the effectiveness of the procedure developed in the actual production and gives recommendations for more effective application.

Integrated CAD system, mold form, mold base, controlling program, procedure

Сведения об авторах

Шишкина Татьяна Сергеевна, студент Самарского государственного аэрокосмического университета. E-mail: shi8989@yandex.ru. Область научных интересов: CAD/CAM системы.

Смелов Виталий Геннадиевич, кандидат технических наук, доцент кафедры производства двигателей летательных аппаратов Самарского государственного аэрокосмического университета. Тел.: (846) 267-47-76. E-mail: Pdla_smelov@mail.ru. Область научных интересов: электрохимическая обработка, PDM системы.

Проничев Николай Дмитриевич, доктор технических наук, профессор кафедры производства двигателей летательных аппаратов Самарского государственного аэрокосмического университета. Тел.: (846) 267-45-79. E-mail: Pdla@ssau.ru. Область научных интересов: электрохимическая обработка, автоматизация технологических процессов, корпоративные информационные системы.

Shishkina Tatiana Sergeevna, student of Samara State Aerospace University. E-mail: shi8989@yandex.ru. Area of research: CAD/CAM system.

Smelov Vitaliy Gennadievich, candidate of technical science, associate professor of aircraft engine production department of Samara State Aerospace University. Phone: (846) 267-47-76. E-mail: Pdla_smelov@mail.ru. Area of research: electrochemical processing, PDM systems.

Pronicev Nikolay Dmitrievich, doctor of technical science, professor of aircraft engine production department of Samara State Aerospace University. Phone: (846) 267-45-79. E-mail: Pdla@ssau.ru. Area of research: electrochemical processing, work flows automation, corporate information systems.