

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ШТАМПУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

В современном машиностроении используется большое количество деталей, получаемых холодной штамповкой. В то же время повышаются требования к точности производимых деталей. Для получения таких деталей необходимы более точные штампы. Проектирование штампа — очень сложная задача, требующая значительных затрат времени и материалов. Поиск путей и методов повышения производительности проектирования штампов — задача актуальная и имеет большое народнохозяйственное значение.

Авторы статьи

С.С. Некрасов, к.т.н., старший преподаватель;
А.Ю. Довгополов, магистрант,
Сумской государственный университет.

■ АНАЛИЗ НАЗНАЧЕНИЯ ШТАМПОВ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Холодный штамп — это вид технологической оснастки, с помощью которого заготовке придают заданную форму без воздействия температур. Холодную штамповку характеризует высокая производительность, малое количество отходов производства, низкое потребление энергии и возможность изготовления сложных изделий с достаточно высокой точностью.

Холодный штамп состоит из пакета и блока. **Пакет** — это основа для сборки деталей штампа, его закрепляют в блоке штампа. **Блок** совмещает рабочие элементы штампа, состоит из нижней и верхней плит, колонок и втулок. Верхняя плита служит для крепления к ползуну, а нижняя фиксирует штамп на подштамповой плите, которая установлена на столе пресса.

Различают следующие виды штампов:

- ♦ а) **холодный штамп простого действия** (выполняет одну технологическую операцию за один ход ползуна);
- ♦ б) **холодный штамп совмещенной действия** (одновременно выполняет две или несколько технологических операций);
- ♦ в) **холодный штамп последовательного действия** (выполняет несколько переходов в течение нескольких ходов ползуна пресса).

Классифицируют штампы по технологическим и конструктивным признакам. К **технологическим** относятся: выполняемая операция — вырубка, гибка, вытяжка и т.д., Степень сложности операций

(сочетание операций). К **конструктивным** признакам относятся: способы соединения рабочих частей, фиксации заготовок, способы снятия и удаления изделий.

■ КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Конструкция штампов зависит от исходного материала (лист, полоса, лента), выполняемой операции, формы и размеров штампуемой детали, требуемой точности, размеров, масштаба производства и пр.

Штампы для холодной листовой штамповки могут быть классифицированы по признакам:

а) технологическим (по характеру выполняемых работ). Штамп для вырубки пробивки, гибки вытяжки, отбортовки и т.д.

б) способу действия (число выполняемых операций за один ход пресса).

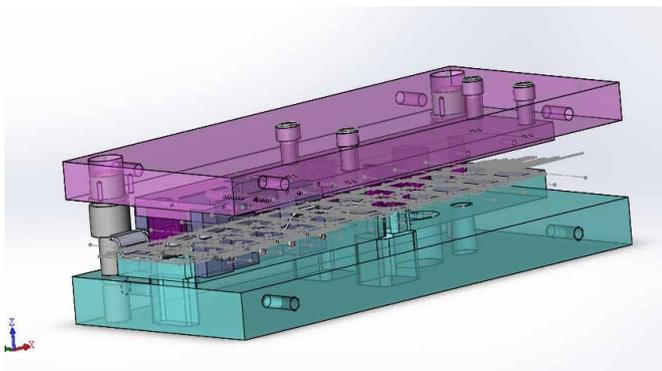
в) конструктивным; Различают по виду направляющих устройств, обеспечивающих равномерное зазор между матрицей и пуансоном.

г) эксплуатационным; Определяются способом удаления деталей и отходов из штампа. Если поперечные размеры штампуемой детали (или ухода при пробивке отверстий) меньше размеров отверстия в плите пресса, она проваливается сквозь него, то есть штамповка ведется «на провал».

При поперечных размерах штампуются детали больше размеров провального отверстия в плите пресса, штамповка ведется с обратным выталкиванием детали на поверхность матрицы, после чего она удаляется из штампа вручную или автоматически.

д) по назначению:

- ♦ специальные;
- ♦ специализированные;
- ♦ универсальные.



➤ Рис. 1. Штамп последовательного действия спроектирован в модуле Logopress3 в среде SolidWorks

■ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Проектирование штампов — сложный процесс, состоящий из многих этапов. Исходные данные для проектирования следующие:

- ♦ чертёж детали, которая штампуется, на котором должны быть проставлены все необходимые размеры, указана точность изготовления и шероховатость;
- ♦ материал детали, которая штампуется, его толщина и механические свойства;
- ♦ программа выпуска;
- ♦ технологический процесс изготовления детали;
- ♦ паспорт прессы, на котором будет проводиться штамповка.

■ ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ.

Детали из листового материала проектируются в специализированных CAD-системах (или CAD-пакетах). В большинстве САПР подобные пакеты представляют самостоятельные программы, основанные на функциональном ядре системы и используют математические описания, связанные с особенностями получения деталей при листовой штамповке. К подобным пакетам можно отнести следующие:

- а) для САПР высокого уровня: Die Engineering (Unigraphics Solutions), Pro/SHEETMETAL (PTC), SHEET METAL DESIGN (MATRA Datavision) и другие;
- б) для САПР среднего уровня: SolidWorks, Delcam pic.;
- в) для САПР низшего уровня: Amada (SheetWorks for Unfold), и др.;

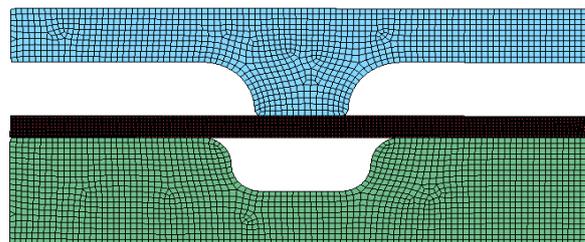
■ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПА С ПОМОЩЬЮ МОДУЛЯ LOGOPRESS

Модуль Logopress3 предназначен для проектирования в среде SolidWorks штампов последовательного действия, выполняющих разделительные (вырубка, пробивка) и формообразующие (гибка, вытяжка) операции листовой штамповки.

Он позволяет конструктору оснастки использовать готовый алгоритм разработки штампа, специальные инструменты проектирования, а также библиотеки стандартных компонентов. Исходными данными для разработки штампа является 3D-модель детали, разработанная в SolidWorks или импортированная в него из другой САПР.

В состав Logopress3 входят три модуля, последовательно дополняющих друг друга:

- ♦ построение разверток;
- ♦ формирование рабочей зоны штампа;
- ♦ пространственная компоновка штампа.



➤ Рис. 2. Математическая конечно-элементная модель штампа

Подобная структура позволяет конструктору вести процесс разработки штампа последовательно, опираясь на результаты работы предыдущих модулей программы.

■ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКОЙ

Одним из недостатков проектирования с помощью модуля Logopress3 для SolidWorks, да и всех других модулей САПР является то, что здесь нет возможности учета упругого восстановления штампуемого изделия после его пластической деформации, что существенно снижает точность получаемых изделий.

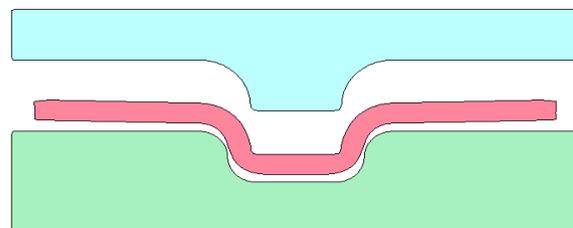
Поэтому было предложено учитывать упругое восстановление детали с использованием имитационного моделирования процесса штамповки в пакете LS-DYNA. Такой подход позволяет существенно сократить время на проектирование штампа и уменьшить его себестоимость.

Чтобы учесть упругое восстановление детали, в пакете LS-DYNA проектируются составные части штампа (матрица и пуансон) и заготовка (рис. 2).

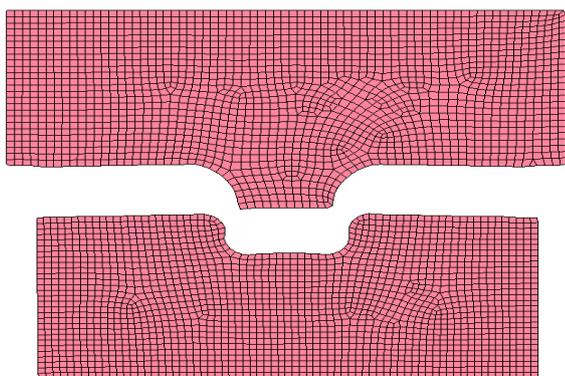
Спроектировав модель штампа, задаем соответствующие свойства материала матрицы и пуансона и соответствующие свойства материала заготовки, с помощью ключевого слова *MAT_RIGID_TITLE.

Для заготовки задаем параметр материала типа 24 — упруго-пластический материал с произвольным заданием соотношения между пластическими деформациями и пределом текучести. Может быть задано разрушение по величине максимальных пластических деформаций или по шагам интегрирования. Используем опцию *MAT_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY.

Для матрицы и пуансона задаем параметр материала типа 20. Используем ключевое слово *MAT_RIGID. Детали, описанные этим материалом, считаются абсолютно жесткими телами. Пакет LS-DYNA позволяет задать абсолютно твердые тела двумя способами — или генерировать на поверхности тела сетку вручную, или задать ссылку



➤ Рисунок 3 — Процесс штамповки в среде LS-DYNA



➤ **Рис. 4.** Скорректированная геометрия пуансона и матрицы в пакете LS-DYNA

на файл геометрии в формате VDA или IGES. К основным преимуществам последнего способа следует отнести отсутствие так называемого «искусственного трения» и осцилляций в контакте с грубой сеткой соприкасающихся поверхностей. Недостатком такого способа является его «капризность»: проблемы с импортом сложной геометрии, возможность задать только один тип контакта — *CONTACT_ENTITY, невозможность использования при этом способе адаптивного уменьшения сетки на заготовке. Поэтому был применен первый способ только с одним типом контакта.

Задаются все значения приложенных усилий, используя ключевое слово *CONTROL_HOURGLASS, и наложенные ограничения. Задав все исходные данные, далее с помощью метода конечных элементов моделируется процесс штамповки (рис. 3) и рассчитываются все исходные показатели упругого восстановления.

■ ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ШТАМПУЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

На основе полученных значений упругого восстановления в пакете LS-DYNA, корректируется заданная геометрия матрицы и пуансона представлены (рис. 4).

Как видно из рисунка 4 скорректирована геометрия значительно отличается от первоначальной, так смоделировав снова процесс штамповки получили совсем другую геометрию заготовки.

На основе полученных данных, проводим корректировки геометрии матрицы и пуансона в Logopress3.

■ ВЫВОДЫ

Современное развитие программных продуктов для конечно-элементного анализа и автоматизации проектирования позволяет существенно изменить алгоритмы проектирования и расчета штампов. При этом возрастает качество и сокращается время на проектирование.

Предложен совершенно новый подход к проектированию штампов с учетом упругого восстановления и с использованием метода конечных элементов, что позволило повысить точность штампуемых деталей.



■ ВЫСТАВКА