

Андрей Харламов, инженер отдела систем проектирования и инженерного анализа [ООО «ТЕСИС»](#)

Андрей Уваров, начальник бюро ОАО «Тяжпрессмаш»

DEFORM – ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

DEFORM – это специализированный программный комплекс, предназначенный для моделирования технологических процессов обработки металлов давлением и термообработки. Это виртуальный штамп, пресс, молот, прокатный стан, печь, позволяющий проверить разработанный технологический процесс не экспериментально, на реальном производстве, а сидя за компьютером. К сожалению, очень редко удается спроектировать идеальную оснастку, позволяющую сразу же получать изделия требуемого качества и с необходимыми эксплуатационными характеристиками. В большинстве случаев технологическую оснастку приходится дорабатывать, изменять геометрию формообразующих поверхностей, параметры процесса, а иногда и полностью перерабатывать технологию, что требует много времени и больших затрат.

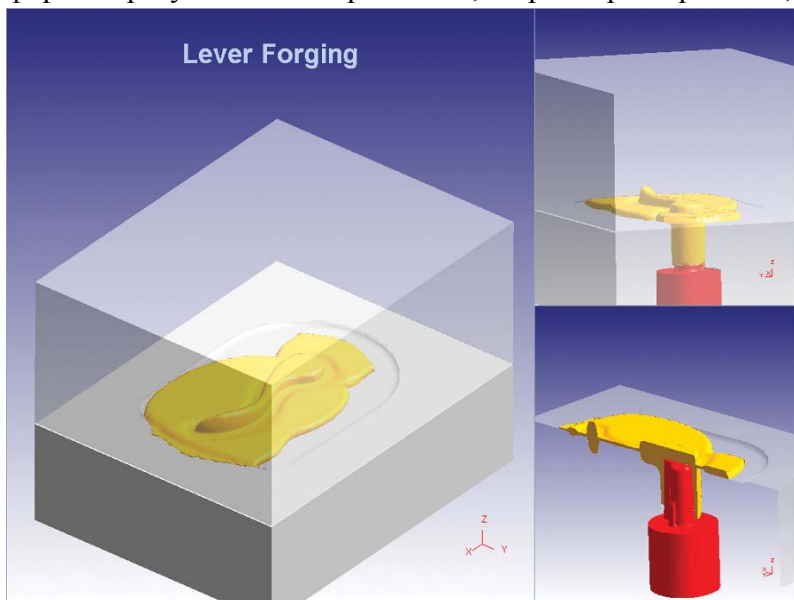


Рис.1 Горячая штамповка рычага

Использование системы DEFORM позволяет избежать всего этого. Имея в своих руках этот мощный инструмент, технолог может быстро, всего за несколько часов, провести численный эксперимент и, исходя из его результатов, внести изменения в параметры технологического процесса. При этом можно изменить не один, два параметра, как это обычно бывает в цехе, а попробовать десятки вариантов и получить действительно оптимальный технологический процесс, как по качеству, так и по затратам на его производство.

О системе DEFORM

DEFORM разработан компанией Scientific Forming Technology Corporation (SFTC), США. Основатели компании SFTC, уже более 20 лет занимаются проблемами моделирования процессов обработки металлов давлением. DEFORM заслуженно считается наиболее точной системой для моделирования сложных трехмерных процессов пластического деформирования металлов. DEFORM является мировым стандартом де-факто и признается средством подтверждения качества технологического процесса и конечной продукции всеми ведущими компаниями в мире, имеющими дело с процессами объемной штамповки,ковки, прокатки и другими способами обработки металлов давлением.

Отличительные особенности DEFORM

Программный комплекс DEFORM – это сложная расчетная система, основанная на методе конечных элементов. Однако, в отличие от сложных расчетных программ, DEFORM разработан

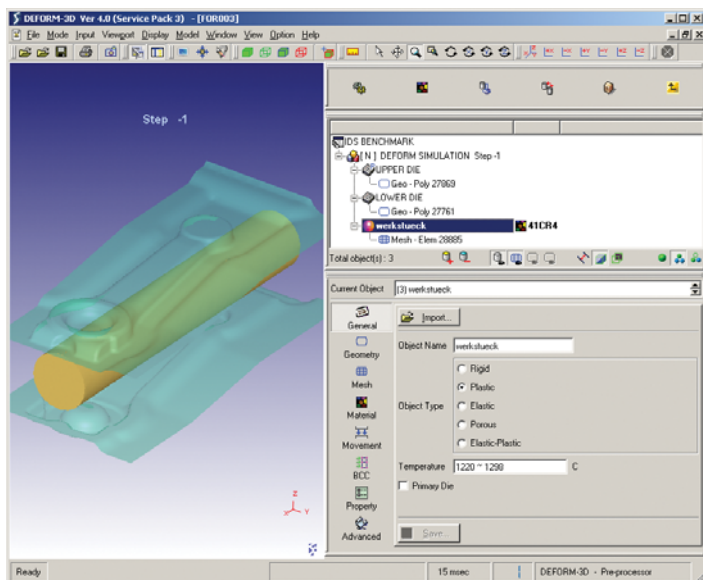


Рис.2 Интерфейс системы DEFORM

для технологов и не требует глубоких знаний о методе конечных элементов. Простой и удобный Windows-интерфейс позволяет всего за несколько минут подготовить задачу и запустить её на расчет. При этом не нужно ждать завершения расчета, чтобы увидеть результаты, так как пост процессор позволяет их просматривать уже в ходе расчета.

Особенно следует отметить файловую структуру системы DEFORM. Все начальные данные и результаты расчета находятся в одном файле. Причем любой рассчитанный шаг в препроцессоре можно превратить в исходный, после чего его можно редактировать, добавлять или убирать инструмент, менять его геометрию, изменять параметры процесса, состояние заготовки или инструмента. Благодаря такой структуре системы пользователь имеет возможность

продолжить любой прерванный расчет, а также вернуться на любой шаг расчета, изменить данные и продолжить расчет с модифицированного шага. Это особенно удобно при моделировании многооперационных процессов при отладке той или иной операции.

DEFORM имеет модульную структуру. Это позволяет подобрать оптимальную конфигурацию системы для любого предприятия. На сегодняшний день существуют следующие модули системы:

DEFORM™-2D – модуль для анализа двумерного (2D) поведения металла при различных процессах обработки давлением. Используется для анализа деталей имеющих осесимметричную форму, вытянутую в одном направлении форму или форму близкую к осесимметричной (например, довольно часто используется для анализа штампуемости крепежных изделий с шестигранником).

DEFORM™-3D – модуль, предназначенный для анализа трехмерного (3D) поведения металла, при различных процессах обработки давлением. Используется для анализа деталей имеющих сложную трехмерную форму.

DEFORM имеет специальную утилиту, позволяющую переносить результаты расчета из DEFORM™-2D в DEFORM™-3D. Также можно переносить результаты для отдельных сечений из DEFORM™-3D для продолжения анализа в DEFORM™-2D. Для моделирования таких процессов обычно используется комплекс DEFORM™-2D+3D.

DEFORM™-HT – дополнительные модули для систем DEFORM™-2D и DEFORM™-3D, предназначенные для моделирования сложных процессов, происходящих в изделии при термообработке.

DEFORM™-TOOLS – модуль предназначенный для создания очередей задач, анимаций и презентаций.

В последних версиях появились дополнительные шаблоны, упрощающие создание таких сложных процессов, как протяжка на молоте, ковка, прессование профилей.

Возможности системы DEFORM

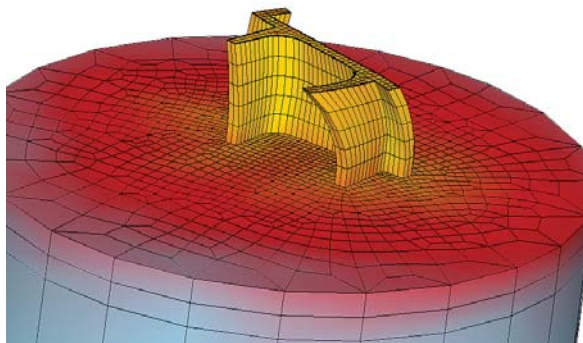


Рис.3 Прессование профиля

DEFORM™ позволяет моделировать пластическое течение материала для горячих, полугорячих и холодных процессов, причем, это могут быть как изотермические, так и неизотермические процессы. Теплопередача между объектами и внутри объектов может быть проанализирована как отдельный процесс или совместно с процессом деформирования по сопряженной схеме. В расчете принимаются во внимание все факторы, влияющие на процесс штамповки: конвекция, излучение, тепловыделение при фазовых переходах и пластических деформациях,

выделение тепла при трении, потери тепла в зоне контакта между заготовкой и инструментом, влияние температуры на коэффициент трения и термо-механические характеристики материала, влияние давления на трение и т.д.

В DEFORM нет ограничений на количество объектов (как деформируемых, так и деформирующих), участвующих в процессе. Это позволяет моделировать самые сложные технологические операции, в которых участвуют сборные заготовки и любое количество инструментов. При этом инструмент может быть неподвижным или перемещаться в любом направлении в зависимости от параметров заданного оборудования. Возможно моделирование таких современных технологических процессов, как обкатка или ротационная вытяжка. Инструмент может быть задан как абсолютно жесткий или упругий, деформируемый. Для технологов очень важна возможность анализа прочности штампа.



Рис.4 Процесс обкатки

Эффективный одношаговый алгоритм позволяет сделать это как для жесткого, так и для упругого инструмента, на любом шаге процесса. Возможен расчет нескольких инструментов, а также учет предварительного натяга в составном инструменте.

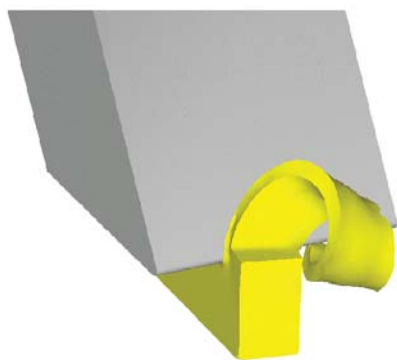


Рис.5 Снятие стружки

DEFORM™ позволяет задать практически любое оборудование – это гидравлические прессы, молота, винтовые прессы, кривошипные прессы, прокатные станы, причем, задав параметры всего оборудования, можно создать библиотеку оборудования данного предприятия или цеха. Специальные шаблоны помогают задавать сложные процессы (например, протяжка на молотах с учетом остывания, промежуточным нагревом и вращением заготовки).

Система DEFORM™ предоставляет широкие возможности для обработки результатов, оценки процесса на наличие дефектов (образование трещин, складок, незаполнение штампа и др.), анализа течения материала. Результаты включают в себя график усилия, поля распределения напряжений, деформаций и температуры, причем они могут быть представлены графически и таблично. Наглядно представлены макро- и микроструктура изделия, движение отдельных точек материала. Уникальной является возможность визуализации трехмерной «вмороженной» в материал сетки FLOWNET. Для создания отчетов результаты можно вывести в виде графиков, численных данных, твердых копий и анимации.

Опыт применения системы DEFORM в России

Достоинства применения системы DEFORM оценили и ведущие российские предприятия. Одним из таких предприятий является ОАО "ТЯЖПРЕССМАШ".

ОАО "ТЯЖПРЕССМАШ" – одно из ведущих предприятий кузнечно-прессового машиностроения России. Завод обладает развитым многоструктурным производством. Акционерное общество располагает целым комплексом крупных производственных корпусов с переделами чугунного, стального и цветного литья, кузнечного, сварочного и механо-сборочного производства. Цеха оснащены современным уникальным технологическим оборудованием, позволяющим с высокой точностью изготавливать корпусные и базовые детали весом до 125 тонн и габаритами 4х4х12 м.

На предприятии освоен выпуск обширной номенклатуры оборудования - от тяжелых гидравлических и механических прессов, уникальных автоматов и автоматических линий на их базе, до гидроаппаратуры высокого давления. Рязанское ОАО "ТЯЖПРЕССМАШ" специализируется по выпуску оборудования для следующих технологических процессов:

- горячей объемной штамповки (высадки) деталей с удлиненной осью (типа вал-шестерни), метизных изделий, колец подшипников и т.п.;
- гибки обечаек;
- горячей и холодной листовой штамповки;
- синтеза сверхтвердых материалов;
- брикетирования неметаллических материалов;
- прессования огнеупорного кирпича;
- холодной объемной штамповки метизных изделий.

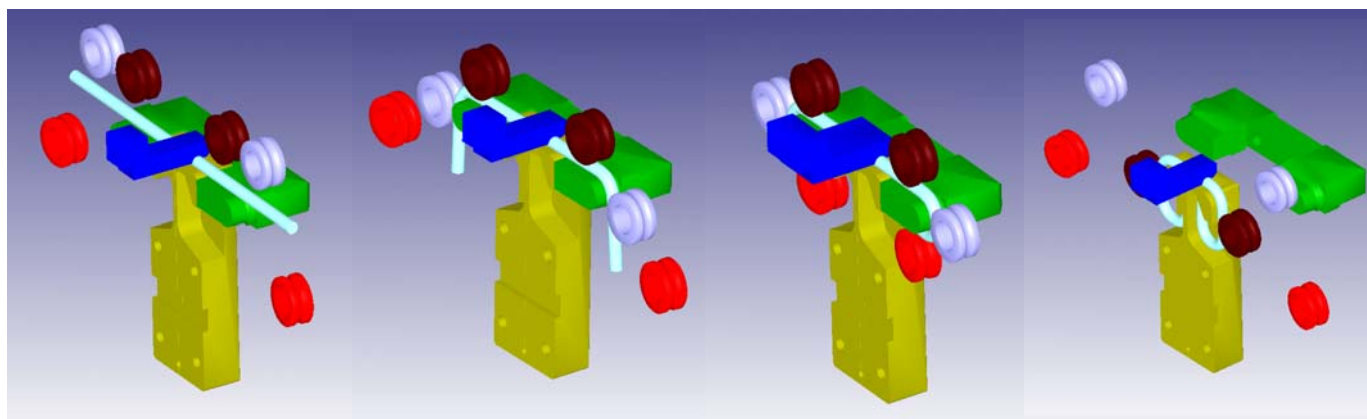


Рис.6-9 Процесс гибки клеммы

На ОАО "ТЯЖПРЕССМАШ" постоянно совершенствуются существующие конструкции, отрабатываются и проверяются новые конструктивные решения и технологические процессы, с применением современных систем компьютерного моделирования.

Одним из таких примеров является процесс «Гибка клеммы железнодорожной АРС-4». После разработки схемы гибки клеммы, было проведено моделирование процесса при помощи системы DEFORM-3D. Первоначально не был предусмотрен механизм прижима заготовки, решили что он не нужен, так как заготовка перед первым гибом прижимается роликами. Моделирование показало, что без прижима заготовка искривляется и конечное изделие не удовлетворяет требованиям чертежа. Был введен механизм прижима и дальнейшее моделирование подтвердило правильность принятого решения.

Без моделирования процесса гибки клеммы, встроить механизм прижима, когда все уже «в металле», весьма трудоемко.

Заключение

На сегодняшний день программный комплекс DEFORM не имеет серьезных конкурентов в области обработки металлов давлением. Благодаря своей точности и надежности DEFORM стал стандартным инструментом проверки качества технологических процессов. Именно поэтому ведущие мировые и отечественные предприятия выбрали систему DEFORM.

Компания «ТЕСИС» предлагает предприятиям разработку и внедрение самых передовых промышленных технологий. При этом мы предлагаем не только зарубежные программные продукты, но и собственные разработки. Квалификация и опыт сотрудников нашей компании позволяют проводить сложные расчетные и технологические работы.

Компания «ТЕСИС» осуществляет все работы по системной интеграции расчетных продуктов, техническому обслуживанию, обучению и консультированию пользователей.

Выбрав программный комплекс DEFORM, вы выбираете передовой опыт и мощный инструмент для решения самых сложных и ответственных задач с высокой степенью надежности и качества.