

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК6

Астрашабов И.О., Белан Н.А.,

**научные руководители канд. техн. наук Константинов И.Л., канд.
техн. наук Губанов И.Ю.**

Сибирский федеральный университет

Алюминиевые сплавы обладают уникальным комплексом эксплуатационных свойств, включающим малую плотность, высокую удельную прочность в сочетании с высокой коррозионной стойкостью. В качестве конструкционных материалов в основном используют деформированные полуфабрикаты из алюминиевых сплавов, получаемые разными видами обработки металлов давлением. Эти сплавы находят широкое применение во многих областях промышленности. При этом детали, полученные объемной штамповкой, по физико-механическим свойствам превышают аналогичные детали, но изготовленные другими процессами обработки материалов. Эти преимущества проявляются в большей прочности при статических и динамических нагрузках, а также в более экономичном использовании металла. Штампованные детали при серийном производстве дешевле сварных, клепаных или обработанных на металлорежущих станках деталей. Однако, не смотря на высокую пластичность алюминиевых сплавов, получение поковок сложной формы традиционными методами штамповки, особенно из средне- и высоколегированных сплавов, требует применения открытых штампов, нескольких переходов штамповки, отличается большим объемом последующей механообработки и поэтому характеризуется низким коэффициентом использования металла.

Технологический процесс изготовления штампованных поковок из алюминиевых сплавов обычно выполняется в следующей последовательности: резка исходного металла на заготовки, нагрев заготовок, штамповка, обрезка облоя (как правило, ленточными пилами), травление после каждого перехода штамповки, термообработка поковок, правка и контроль поковок.

Важными этапами технологического процесса являются разработка чертежей поковки и штампа. Для поковок простой формы можно применять закрытый штамп и тем самым повысить коэффициент использования металла, а поковок сложной формы с такими элементами, как ребра жесткости, бобышки и т.д. требуют использования открытых штампов. Масса штампа для штамповки на гидравлических прессах средне- и крупногабаритных поковок составляет несколько тонн, а его изготовление является дорогостоящей операцией. Поэтому в практике горячей объемной штамповки алюминиевых сплавов во избежание ошибок отдают предпочтение открытым штампам.

Изготовление деталей из штампованных поковок производится механической обработкой, что сопровождается большим количеством отходов, и поэтому характеризуется низким коэффициентом использования металла.

В последние годы для проектирования процессов горячей обработки давлением, в частности и для штамповочного производства, широко используются компьютерные программы, основанные на методе конечных элементов, такие как QFORM, DEFORM и другие. При подготовке данных для моделирования по этим программам необходимы сведения о сопротивлении деформации материала заготовки, характеристиках применяемой смазки, а также технических параметрах деформирующего оборудования.

Так, программа DEFORM-3D предназначена для анализа трехмерного течения металла при различных процессах обработки металлов давлением и является модулем специализированного программного комплекса DEFORM, позволяющего моделировать практически все процессы обработки металлов давлением, а также термообработки и механообработки. Использование программы дает возможность прогнозировать характер формоизменения металлов при обработке давлением, за счет чего существенно снижаются затраты на экспериментальное исследование. Эффективность применения DEFORM-3D при решении задач обработки металлов давлением подтверждена многими исследователями, как промышленных предприятий, так и научно-исследовательских институтов и технических университетов по всему миру. Использование программы дает возможность изучать процессы деформирования металлов при разных видах движения инструмента, варьируя условиями трения, моделями пластичности и реологическими характеристиками материала.

Генератор сеток программы DEFORM-3D позволяет создать сетку конечных элементов, размеры которых, в отдельных частях модели, будут различаться в зависимости от специфики анализируемого процесса, что значительно снижает объем поставленной задачи и требования к аппаратным средствам для ее решения. Важной особенностью программы DEFORM-3D является то, что пользователь может настраивать плотность сетки и соотношение размеров конечных элементов, работая в ручном режиме управления. Другим достоинством программы является возможность построения геометрических моделей заготовок и инструмента без посторонних CAD систем. И, наконец, программа DEFORM-3D, кроме формоизменяющих операций, позволяет моделировать разделительные операции и механообработку, т.е. производить полный анализ металлообработки, начиная с раздела металла на заготовки и заканчивая окончательной механообработкой. Перечисленные характеристики программы DEFORM-3D и послужили основанием для ее использования в настоящих исследованиях.

Целью исследований явилось создание компьютерной модели процесса горячей объемной штамповки поковки «Крышка».

Для решения поставленной задачи с помощью программы SolidWorks были получены трехмерные модели штампового инструмента, которые затем вводили в препроцессор компьютерной вычислительной системы конечно-элементарного моделирования в виде файлов в качестве исходной геометрической 3D-модели. В препроцессоре также создавали геометрическую модель заготовки, которую разбивали на конечные элементы. После этого вводили режим деформирования, изменяя давление деформирования. Для задания реологических свойств материала использовали экспериментально полученные зависимости эффективных напряжений от степени и скорости деформации. В результате исследований было получено количественное описание основных стадий формоизменения, кинематические и геометрические параметры формируемых оболочек. Компьютерная модель штампованной поковки «Крышка» представлена на рис. 1.

Затем модель в виде файлов формата STL импортировали в препроцессор пакета программ DEFORM-3D, а также вводили параметры моделирования, в которые включали реологические свойства материала заготовки, условия трения, температурно-скоростные параметры штамповки. На выходе была получена сгенерированная база данных процесса штамповки, на основе которой формируется компьютерная модель штампового инструмента и процесса штамповки.

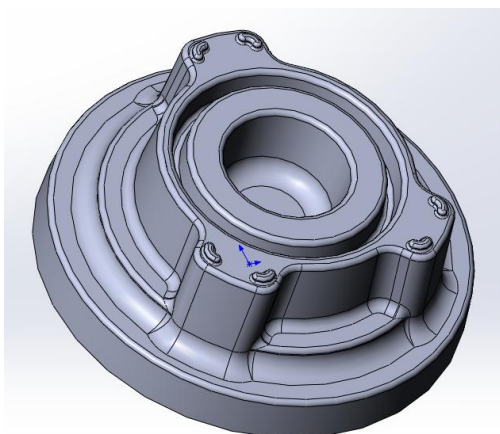


Рис. 1. Компьютерная модель штампованной поковки

Программа позволила поэтапно проследить формоизменение заготовки, например, прогнозировать усилие деформирования при оформлении таких элементов, как углы, радиусы закругления, бобышки и т.д. Эти результаты можно использовать для оптимизации процесса штамповки. Программа показывает в динамике картину изменения таких параметров процесса, как интенсивность скоростей и деформаций, распределение скоростей деформации и температуры по объему поковки и т.д., что также очень важно для своевременной корректировки технологического процесса штамповки.