

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ГРАВЮР ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА

М. С. Овезов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель И. А. Панкратов

Процессы обработки металлов давлением (ОМД) занимают большую долю во многих отраслях промышленности: машиностроении, авиастроении, вагоностроении, судостроении и др.

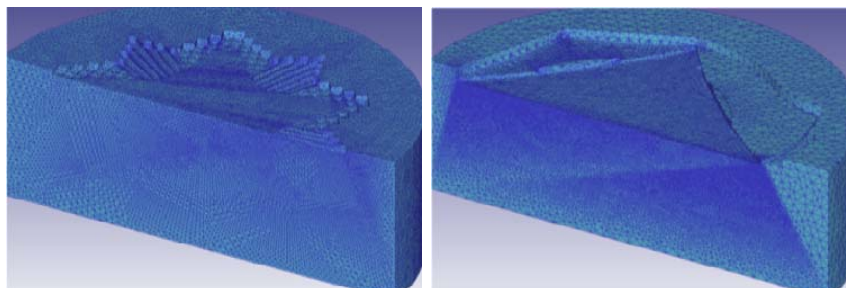
Для разработки оптимальных технологий, позволяющих оптимизировать технологический процесс изготовления деталей и снизить расходы для их производства, применяют программы, основанные на методе конечных элементов. Наилучшая в своей области – это программа ANSYS/LS-DYNA.

Исследования, проводимые в программах конечно-элементного моделирования, позволяют подобрать оптимальный технологический процесс при обработке металлов давлением, оптимальные, рациональные марки материала в зависимости от напряженно-деформированного состояния конструкции, рациональные материалы и форму для максимальной эффективности удара при разрушении и др.

Результаты моделирования позволяют выявить напряженно-деформированное состояние как самой конструкции, так и формирующего элемента в любой точке модели и любой промежуток времени; критические, опасные зоны и участки модели, в которых возможно возникновение разрушения или деформации конструкции; си-

ловые, энергетические, деформационные, контактные величины при взаимодействии частей модели и многое другое.

Объектом исследований является штамповая оснастка для изготовления государственных наград Республики Беларусь.



а)

б)

Рис. 1. Конечно-элементная модель
а – орден Дружбы народов; б – орден «Знак Почета»

Работоспособность инструмента лимитируется стойкостью пуансонов и матриц. Экспериментальные исследования по оценке стойкости инструмента проводили на примере чеканочных штампов для изготовления деталей ордена Дружбы народов и орден «Знак Почета».

Стойкость штампов обусловлена наработкой на отказ геометрией формообразующей поверхности матриц штампов. Так, формообразующая поверхность матрицы для чеканки медальона ордена Дружбы народов имеет ярко выраженный концентратор напряжений в виде канавки формирующей окантовку медальона (рис. 2). Профиль канавки представляет собой набор линий расположенных под прямыми углами друг к другу. Размеры канавки обусловлены формой аверса награды и не могут быть изменены.

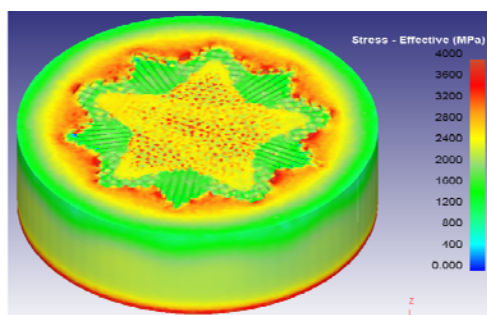


Рис. 2. Напряженно-деформированное состояние формообразующих поверхностей матрицы для чеканки ордена Дружбы народов

Таким образом, в зоне указанного элемента гравюры создаются условия для возникновения напряжений, превышающих предел прочности материала матрицы. По дну канавки возникают начальные трещины. Их дальнейшее распространение происходит в радиальном направлении под действием пульсирующих растягивающих напряжений в момент заполнения гравюры материалом заготовки и сопровождается раскрытием трещины и смещением их берегов.

Исследования формообразующей поверхности матрицы для чеканки накладки ордена «Знак Почета» показали, что форма ручья не имеет концентраторов напряжений в виде заостренных углублений и представлена округлым позолоченным восьмигранником, на который накладывается четырехконечная серебряная звезда с рельефным изображением мужчины и женщины в центре, которые держат Государственный флаг Республики Беларусь и сноп пшеницы. Это способствует более длительной наработке штампа на отказ.

Причиной выхода штампа из строя является разрушение гравюры матрицы в зоне формирования ленты, которая поддерживает лавровые и дубовые ветви, обрамляющие орден (рис. 3).

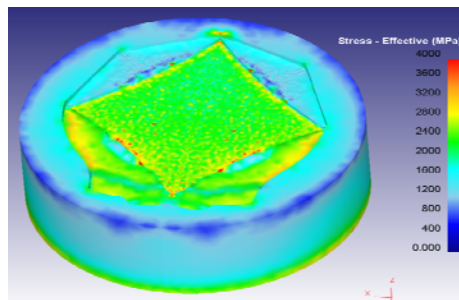


Рис. 3. Напряженно-деформированное состояние формообразующих поверхностей матрицы для чеканки ордена «Знак Почета»

В первую очередь разрушается выступающая перегородка гравюры. Зарождение трещин, приведших к отделению фрагментов формообразующей поверхности, как и в первом случае, происходит в результате концентрации напряжений. Дальнейшее их распространение в направлении основания выступа приводит к разрушению рабочей поверхности.

Указанные дефекты являются следствием пластической деформации, которая возникает в результате воздействия высоких по амплитуде пульсирующих напряжений, при условии, что материал находится в условиях всестороннего неравномерного сжатия [1].

Из вышеизложенного следует, что основной причиной низкой стойкости чеканочных штампов является высокая концентрация напряжений на отдельных участках гравюры. Модернизация формы гравюры невозможна, так как последующее изменение геометрии поковки будет противоречить утвержденному образцу награды.

Результатом моделирования процесса чеканки в программе ANSYS/LS-DYNA было определение напряженно-деформированного состояния заготовки и инструмента и изменение конструкции штампа, позволяющая в наиболее нагруженных участках формообразующей поверхности инструмента снизить амплитуду пульсирующих напряжений.

Производственные испытания штампа для чеканки медальона ордена Дружбы народов показали, что после получения 150 поковок рабочая поверхность матрицы и пуансона не имеет дефектов. Штамп может эксплуатироваться далее. Ожидаемое повышение стойкости чеканочной оснастки для изготовления правительственных наград Республики Беларусь – не менее двух раз.

Литература

1. Штремель, М. А. Прочность сплавов : в 2 ч. / М. А. Штремель // Моск. ин-т стали и сплавов. – М. : МИСИС, 1999. – Ч. 2. Деформация. – 384 с.