

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЧЕКАНОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА НА ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

И. А. Панкратов, Г. Д. Громыко

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

Научный руководитель И. Н. Степанкин

Введение. Холодная штамповка – один из наиболее прогрессивных способов получения деталей. Эффективность использования холодной штамповки в значительной мере определяется стойкостью штампов, которая определяет себестоимость и качество штампованных изделий. Наиболее низкой стойкостью отличаются чеканочные штампы. Они работают в условиях знакопеременных напряжений с высокой амплитудой и выходят из строя вследствие хрупкого разрушения, малоциклового усталости либо из-за деформации гравюры и ее износа.

Объект исследования. Объектом исследований является чеканочная оснастка для изготовления государственных наград Республики Беларусь. Работоспособность инструмента лимитируется стойкостью пуансонов и матриц. Сравнительные испытания чеканочных штампов проводили, изменяя материал пуансона и матрицы, а также модернизируя конструкцию штампа. Экспериментальные исследования по оценке стойкости инструмента проводили на примере чеканочных штампов для изготовления деталей ордена «Ф. Скарына» и «За службу Радзіме».

Результаты экспериментов и их обсуждение. В штампах прототипах пуансоны и матрицы изготавливались из стали 9ХС ГОСТ 5950-73.

На момент отказа штампа для чеканки медальона ордена «Ф. Скарына» его наработка составила 150 заготовок, с учетом испытаний при вводе штампа в эксплуатацию. Аналогичный показатель для штампа чеканки накладки ордена «За службу Радзіме» составил 600 заготовок. Отличия в стойкости штампов обусловлены наработкой на отказ матриц штампов, имеющих различия в геометрии формообразующей поверхности. Так, формообразующая поверхность матрицы для чеканки медальона ордена «Ф. Скарына» имеет ярко выраженный концентратор напряжений в виде канавки, формирующей окантовку медальона (рис. 1, а). Профиль канавки представляет собой полость глубиной 0,3 мм и шириной 0,5 мм. Размеры канавки обусловлены формой аверса награды и не могут быть изменены.

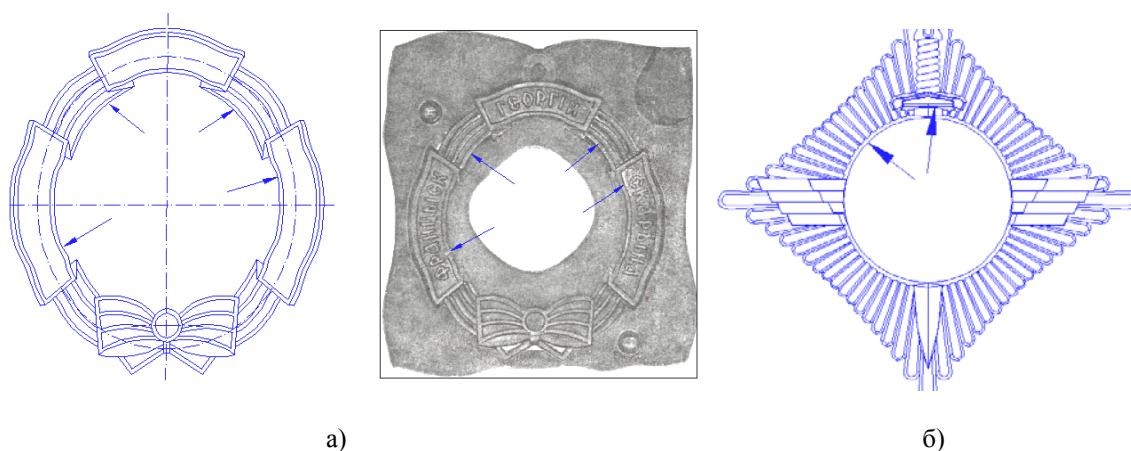


Рис. 1. Формообразующие поверхности матриц:
а – медальон ордена «Ф. Скарына»; б – накладка ордена «За службу Радзіме»
(стрелками указаны места возникновения деформаций)

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 «За службу Радзіме» показали, что форма ручья не имеет концентраторов напряжений в виде заостренных углублений. Это способствует более длительной работе штампа на отказ. Причиной выхода штампа из строя является разрушение гравюры матрицы в зоне формирования рукоятки меча (рис. 1, б).

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 в кольцевом углублении по периметру гравюры. Дальнейшее их распространение в направлении основания выступа, формирующего рукоятку меча, приводит к разрушению рабочей поверхности.

Анализ поверхностей скола гравюр штампов показал, что признаки хрупкого разрушения отсутствуют, поверхность разрушения имеет серый оттенок и выраженную шероховатость, берега трещин рваные. Указанные дефекты являются следствием пластической деформации, которая в материале матрицы-прототипа (сталь 9Х) твердостью 60 HRC_Э может возникать в результате воздействия высоких по амплитуде пульсирующих напряжений, при условии, что материал находится в условиях всестороннего неравномерного сжатия [1].

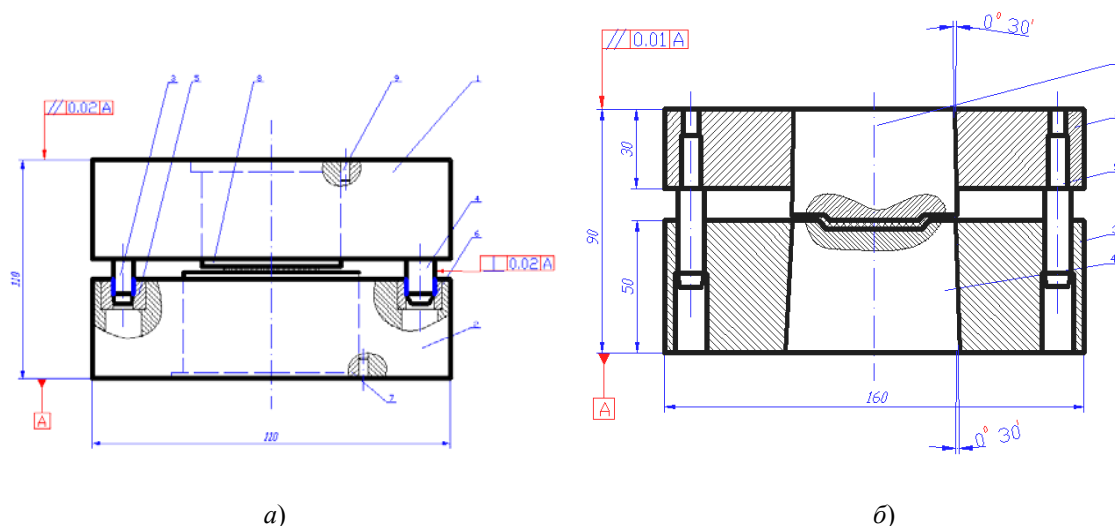
Из вышесказанного следует, что основной причиной низкой стойкости чеканочных штампов является высокая концентрация напряжений на отдельных участках гравюры. Модернизация формы гравюры невозможна, так как последующее изменение геометрии поковки будет противоречить утвержденному образцу награды. В таком случае повышение стойкости инструмента следует ожидать в результате замены материала матриц и пуансонов [2]. Кроме того, положительный эффект принесет создание скрепленной конструкции. Для этого матрица с натягом запрессовывается в обойму [3]. Обойма выполняет роль бандажа и компенсирует растягивающие напряжения, возникающие в момент максимального заполнения полости матрицы материалом заготовки. В результате в наиболее нагруженных участках рабочей поверхности инструмента, амплитуда пульсирующих напряжений снижается. Тем самым, характер накопления внутрикристаллических дефектов в материале инструмента может развиваться по более благоприятному механизму многоциклового усталости, взамен малоциклового усталости либо скола [4].

В качестве материала для изготовления пуансонов и матриц применили сталь Р6М5 ГОСТ 19268-73.

По данным, приведенным в работах [5], [6], данная сталь обладает необходимым комплексом механических свойств. Заготовки матриц и пуансонов были подвергнуты трехкратному перекову для снижения балла карбидной неоднородности.

Конструкция штампа изменена в соответствии с рис. 2, б. Для этого предусмотрено конусное сопряжение поверхностей пуансонов и матриц с обоймами. Углы уклонов конических сопряжений выбраны таким образом, чтобы эксплуатационные нагрузки способствовали удержанию пуансона и матриц в обоймах, препятствуя

разделению сборной конструкции. Величина уклонов – $0^{\circ} 30'$. Величина радиального натяга составила 0,2–0,3 мм [7].



а)

б)

Рис. 2. Типовая конструкция чеканочного штампа:

- а – штамп-прототип: 1 – обойма верхняя; 2 – обойма нижняя; 3, 4 – направляющие штифты; 5, 6 – направляющие втулки; 7 – матрица; 8 – пуансон;
 б – модернизированный штамп: 1 – пуансон, 2 – обойма верхняя, 3 – обойма нижняя; 4 – матрица; 5 – направляющий штифт

Производственные испытания штампа для чеканки медальона ордена «Ф. Скарына» 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. – Москва : МИСИС, 1999. – Ч. 2: Деформация. – 1999. – 384 с.
2. Трахтенберг, Б. Ф. Современные тенденции в проблеме стойкости штампов / Б. Ф. Трахтенберг // Кузнечно-штамповочное производство. – 1981. – № 8. – С. 27–29.
3. Шамис, М. Д. Оптимизация проектирования инструмента для холодной объёмной штамповки на основе расчётов на усталостную прочность : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.05. – Москва, 1988. – 223 с.
4. Одинг, И. А. Допускаемые напряжения в машиностроении и циклическая прочность металлов / И. А. Одинг. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Машгиз, 1962. – 260 с.
5. Конструкционные материалы : справочник / под ред. Б. Н. Арзамасова. – Москва : Машиностроение, 1990. – 688 с.
6. Кенько, В. М. К вопросу влияния микроструктуры и температуры рабочих поверхностей матриц холодновысадочной оснастки на их стойкость / В. М. Кенько, И. Н. Степанкин // Тяжелое машиностроение. – 2006. – № 2. – С. 22–24.
7. Кенько, В. М. Комплексный учет факторов, определяющих стойкость холодновысадочной оснастки / В. М. Кенько, И. Н. Степанкин // Кузнечно-штамповочное производство. – 2006. – № 2. – С. 39–42.