

# МОДЕРНИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ХОЛОДНОВЫСАДОЧНЫХ МАТРИЦ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ИХ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Л. С. Верещагина

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

Научный руководитель И. Н. Степанкин

## **Введение**

Основными причинами разрушения холодновысадочной оснастки являются износ и усталостное разрушение материала инструмента. Работоспособность штамповой оснастки во многом определяется качеством изготовления и стойкости матриц, которые выходят из строя из-за усталостного разрушения и изнашивания формообразующих поверхностей. Стойкость матриц можно повысить путем снижения действующих в процессе высадки напряжений, применения материалов с более высоким пределом выносливости и изменения структуры формообразующих поверхностей. Сложная форма рабочей поверхности способствует перераспределению эксплуатационных нагрузок. Это приводит к существенной концентрации контактных напряжений на отдельных участках гравюры и снижает ресурс эксплуатации инструмента за счет изнашивания поверхностного слоя металла.

В работе исследовано влияние геометрических характеристик гравюры холодновысадочных матриц на их напряженно-деформированное состояние и стойкость.

## **Объекты и методики исследования**

Объектом исследования являются матрицы для изготовления болтов железнодорожного крепежа М22х70. Оценка напряженного состояния инструмента осуществляли с помощью метода конечных элементов, реализуемого программным продуктом ANSYS.

### Результаты исследования и их обсуждение

Численные исследования напряженного состояния холодновысадочных матриц показали, что зоны максимальных эквивалентных напряжений (выше 5000 МПа) проходят через область сопряжения формообразующей поверхности с отверстием под стержень болта (рис. 1). Это приводит к интенсивному износу материала матриц на указанных участках гравюры. В случае получения формообразующей поверхности электроэрозионным способом ее повреждение начинается с выкрашивания карбидов и образования микрополостей в наиболее нагруженных местах (рис. 2) уже после первых циклов работы инструмента. На границе «карбид – металлическая матрица» зарождаются и распространяются вглубь металла трещины (рис. 2). Размеры образующихся дефектов составляют около 20–30 мкм и превышают критическую длину трещины для стали Р6М5, которая согласно [1] составляет около 7 мкм.

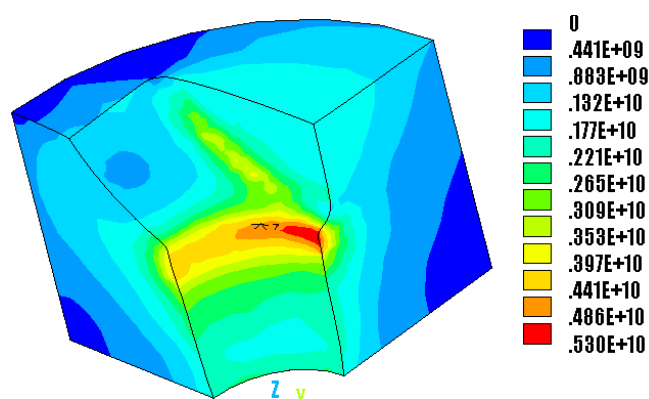


Рис. 1. Распределение эквивалентных напряжений (Па) по рабочей поверхности матриц третьего перехода для высадки болта М22х70



Рис. 2. Микроструктура матриц, формообразующая поверхность которых получена электроэрозионным способом: (а)  $\times 100$ ; (б)  $\times 1600$

Выход из сложившегося положения достигнут посредством изменения геометрии формообразующей поверхности с целью перераспределения напряжений на гравюре штампа и разгрузки наиболее опасного участка. Очевидно, что изменение формы рабочей полости не должно отразиться на размерах поковки, окончательно

формируемой на третьем переходе. Учитывая, что окончательная обработка граней головки болтов происходит на четвертом переходе (обсекание облоя), областью для корректировки рабочей поверхности можно считать участки матрицы, формирующие облой на головке болта [2].

Перераспределение напряжений на формообразующих поверхностях и снижение интенсивности износа матриц второго и третьего переходов обеспечено путем изготовления на боковых поверхностях ручья матриц разгружающих камер в виде цилиндрических лысок (рис. 3). Изменение формы гравюры матриц позволило более равномерно распределить эквивалентные напряжения по рабочей поверхности матриц (рис. 4), максимальная величина которых снижена в 1,5–2 раза (рис. 5).

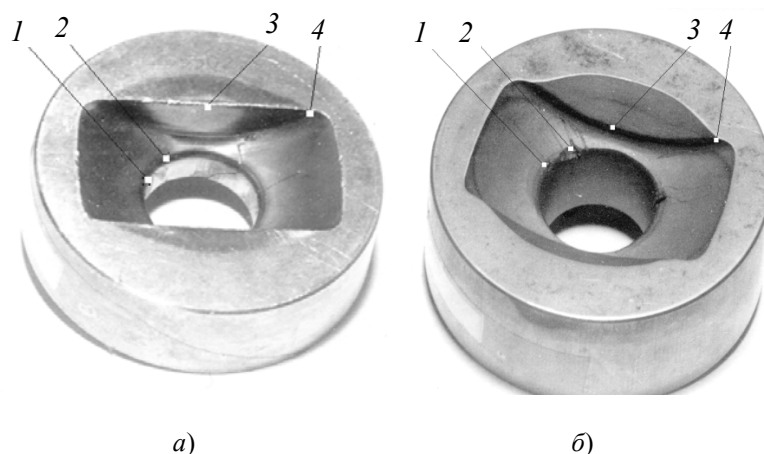


Рис. 3. Формообразующая поверхность матриц прототипов (а) и после изготовления разгружающих камер (б)

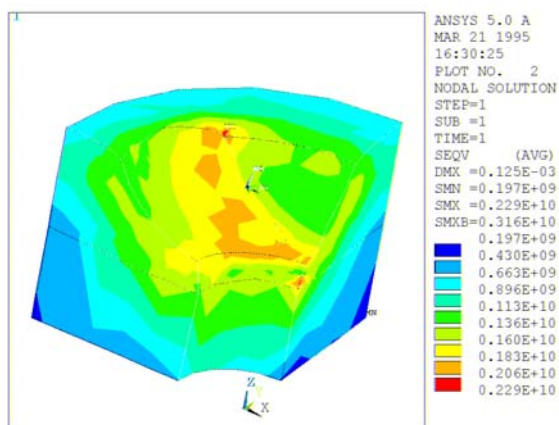


Рис. 4. Распределение эквивалентных напряжений по рабочей поверхности матриц с разгружающими камерами. Радиус сопряжения – 5 мм

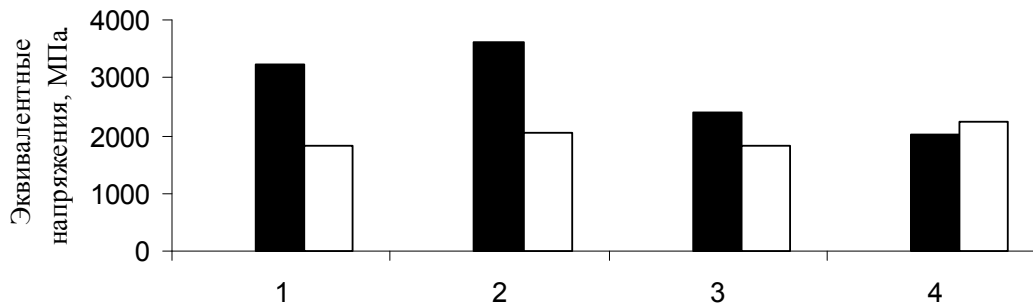


Рис. 5. Величина эквивалентных напряжений в наиболее нагруженных зонах рабочей поверхности:

- –  $\sigma_{\text{экв}}$  для матрицы без разгружающих камер;
- –  $\sigma_{\text{экв}}$  для матрицы с разгружающими камерами

### Заключение

Экспериментальная проверка показала, что изнашивание ручья матриц с разгружающими камерами и радиусом сопряжения формообразующей поверхности около 5 мм, происходит без возникновения очагов повышенного износа. По мере увеличения числа высаженных деталей рабочая полость матрицы углубляется без изменения своей первоначальной геометрической формы.

### Литература

1. Кремнев, Л. С. Особенности разрушения инструментальных материалов / Л. С. Кремнев // Металловедение и термообработка металлов. – 1994. – № 4. – С. 17–22.
2. Кенько, В. М. Исследование зависимости напряженно-деформированного состояния холодновысадочных матриц от их геометрической формы / В. М. Кенько, И. Н. Степанкин, А. И. Столяров // Новые технологии в машиностроении и вычислительной технике : тр. X науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов / Брест. политехн. ин-т. – Брест, 1998. – С. 139–141.