

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА ПРИ ОЦЕНКЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ШТАМПОВОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА

С.А. Малаканов, В.А. Арзамасцева
Научный руководитель: к.т.н., С.А. Малаканов
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
Россия, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, 455000
E-mail: samalakanov@mail.ru

При массовом производстве крепежных изделий наибольшее распространение получили методы холодной штамповки с использованием многопозиционных кузнечно-прессовых автоматов, на которых штамповка изделий осуществляется за четыре перехода с последующей накаткой резьбы на стержне [1-4].

Штамповочный инструмент (матрицы, пуансоны и др.) работает в условиях интенсивного абразивного истирания рабочих поверхностей. Его износ зависит от многих факторов: усилий, действующих на инструмент со стороны заготовки, температуры металла, скорости деформирования, марки стали, наличия смазочного материала и др.

Разработка критерия оценки износостойкости штамповочного инструмента позволяет определять его ресурс и необходимость своевременной замены с целью исключения брака.

Проблемам повышения износостойкости деталей и инструмента из различных материалов посвящены работы И.В. Крагельского [5], Д.Н. Гаркунова [6], В.Н. Виноградова [7], М.М. Хрущева [8] и др. Многообразие критериев оценки износостойкости свидетельствует о существенно различных подходах исследователей к объяснению и описанию механизмов изнашивания материалов.

В данной работе в основу методики прогнозирования износостойкости резьбонакатного инструмента положена энергетическая теория изнашивания твердых тел [5,6], согласно которой объемный износ ΔW пропорционален работе сил на преодоление трения $A_{тр}$ в зоне контакта:

$$\Delta W = J_{\omega} \cdot A_{тр}, \quad (1)$$

где J_{ω} (м³/Дж) – показателя энергетической интенсивности изнашивания (ПЭИИ), который определяется на основании экспериментальных исследований с использованием специального оборудования (машины трения).

В общем случае согласно закону Кулона-Амонтона:

$$A_{тр} = F_{тр} \cdot s = \mu \cdot F_{норм} \cdot s,$$

где $A_{тр}$ – работа сил трения, Дж; $F_{тр}$ – сила трения, Н; μ – коэффициент трения; $F_{норм}$ – сила нормального давления, Н; s – перемещение инструмента, м.

В случае объемной постановки задачи:

$$A_{тр} = \mu \cdot N \cdot S \cdot s,$$

где N – нормальное давление, Па; S – площадь контакта заготовки инструмента, мм².

Выражение для определения критерия износостойкости:

$$K_{ИС} = J_{\omega} \cdot A_{тр} = J_{\omega} \cdot \mu \cdot N \cdot S \cdot s.$$

Таким образом, зная величину удельного нормального давления, можно приближенно оценить износ инструмента при соблюдении равных условий контакта заготовки инструмента при осуществлении процесса штамповки.

Величину нормального давления предложено определять с помощью моделирования процесса штамповки с использованием метода конечных элементов [9], например, в программном комплексе «Deform-3D».

Рассмотрен процесс высадки черновой головки болта с применением пуансонов различной формы: а) высадка головки плоским пуансоном; б) высадка «двойным» конусом; в) высадка «прямым» конусом. За «базовый» вариант принят процесс высадки головки плоским пуансоном, значение критерия износостойкости $K_{ИС}$ для которого принимается равным единице.

На рис.1 показано относительное распределение критерия $K_{ИС}$ при черновой высадке головки с применением инструмента различной формы.

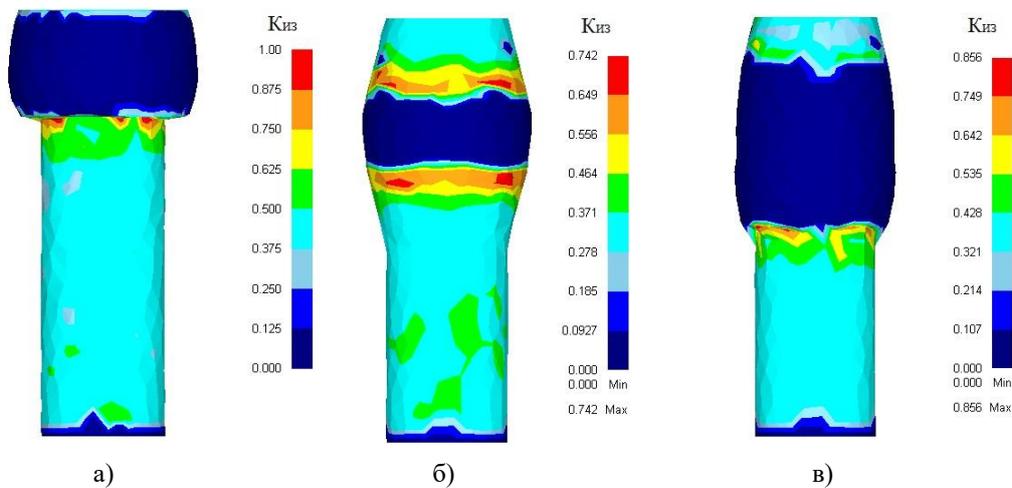


Рис. 1. Критериальная оценка износостойкости инструмента (матрицы) при черновой высадке головки:
а) высадка головки плоским пуансоном («базовый» вариант); б) высадка «двойным» конусом; в) высадка «прямым» конусом

Из рис.1 видно, что наименьшую износостойкость инструмента (матрицы) при прочих равных условиях имеет вариант высадки головки плоским пуансоном, наибольшую – высадка головки «двойным» конусом. Используя выражение (1), определяется объемный износ ΔW наиболее нагруженного участка инструмента, возникающий при штамповке изделия и суммарный объемный износ.

Таким образом, становится возможным рассчитать количество изделий до момента образования брака, например, по причине несоответствия внутреннего диаметра стержня под головкой болта вследствие износа требованиям нормативно-технической документации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-00026 мол_a

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мокринский В.И. Производство болтов холодной объемной штамповкой. – М.: Металлургия, 1978. С. 78.
2. Мокринский В.И. Новые прогрессивные виды и технологические процессы изготовления крепежных изделий/ В.И. Мокринский, О.С. Железков // Сер. Метизное производство. Вып. 2. - М.: Ин-т Черметинформация, 1990. С. 22.
3. Железков О.С. Малоотходные технологии изготовления крепежных изделий с головками/ О.С. Железков, Н.П. Морозов, В.В. Семашко // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением. сб. науч. тр. - Магнитогорск, изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та. им. Г.И. Носова. 2011. с.135-139.
4. Железков О.С., Разработка малоотходных способов изготовления стержневых крепежных изделий/ О.С. Железков, Н.П. Морозов, В.В. Семашко // Тезисы доклада международного форума «реконструкция промышленных предприятий – прорывные технологии в металлургии и машиностроении» – Челябинск: изд-во Магнитогорск, гос. техн. ун-та. им. Г.И. Носова, 2011. с.54-56.
5. Крагельский И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968. 480 с.
6. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безизносность) - М.: «Изд-во МСХА», 2001. С. 616.
7. Виноградов В.Н., Сорокин Г.М. Механическое изнашивание сталей и сплавов. – М.: Недра, 1996. – 364 с.
8. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. – М.: Наука, 1970. – 251 с.
9. Kobayashi, S.; Oh, S.-I.; Altan, T., 1989, "Metal Forming and the Finite Element Method", 1st ed., vol. 1. (Series Eds.: Crookall, J.R., Shaw, M.C.) Oxford University Press, Oxford, 377 p.