

## **ВЛИЯНИЕ МЕСТА РАЗМЕЩЕНИЯ ПЕРЕМЫЧКИ НАМЕТКИ ПОД ПРОШИВКУ НА ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЕ В ПОКОВКЕ ЗВЕЗДОЧКИ ЦЕПНОЙ ПЕРЕДАЧИ**

**Церна И.А., Бухов В.В.**

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Аннотация.** В работе представлены результаты компьютерного моделирования процесса деформирования поковки звездочки цепной передачи зерноуборочного комбайна; установлено влияние места размещения перемычки наметки под прошивку на процессы дефектообразования в поковке.

**Ключевые слова.** Горячая объемная штамповка, компьютерное моделирование деформирования, наметка под прошивку, дефекты в поковках.

## **INFLUENCE OF THE LOCATION OF THE BASEBOARD JUMPER FOR FIRMWARE FOR DEFECT FORMATION IN CHAIN DRIVE SPROCKET FORGING**

**Tserna I.A., Bukhov V.V.**

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Annotation.** The paper presents the results of computer simulation of the process of de-formation-forged chain wheels, combine harvester; the influence of the placement of the jumper outline for firmware on the processes of defect formation in forging.

**Keyword.** Hot stamping, computer modeling of deformation, marking for firmware, defects in forgings.

В сельскохозяйственном машиностроении производство звездочек цепных передач горячей объемной штамповкой улучшает эксплуатационные показатели этих деталей и способствует повышению коэффициента использования металла в комплексной технологии их изготовления. При этом производительность обработки поковок звездочек малых и средних габаритов может быть увеличена путем сокращения количества штамповочных переходов, которое можно получить исключением предварительной осадки заготовок в условиях безокислительного нагрева. Однако, реализация такого подхода не может быть общим случаем, так как способна привести к образованию дефектов в поковках. Для поковок звездочек малых и средних габаритов с наметкой под прошивку отверстия в ступице с диаметром менее 50 мм достаточно велика вероятность образования дефекта «зажим», появлению которого может способствовать выбор минимально рекомендуемых значений штамповочных уклонов, формирование наметки под прошивку нижним знаком и др.

Для оценки вероятности появления дефектов при штамповке звездочки цепной передачи привода выгрузного шнека зерноуборочного комбайна за один переход целесообразно воспользоваться средствами компьютерного моделирования процессов обработки металлов давлением [1]. Моделирование деформирования поковки звездочки выполнено для трех вариантов размещения перемычки наметки под прошивку (рис. 1): а) – среднее, б) – смещенное вверх, в) – смещенное вниз. Остальные параметры наметок под прошивку приняты одинаковыми: толщина перемычки, радиусы закругления кромок, минимально рекомендуемые значения штамповочных уклонов [2].

Анализ результатов моделирования выполнен оценкой изменения формы элементов поковки и поля скоростей течения металла в ней по ходу пуансона.

Оценка изменения формы элементов поковки по ходу пуансона (рис. 1) выявила опасность образования дефектов при производстве спроектированной поковки звездочки.

В первом и втором вариантах размещения перемычки (рис. 1а, б) в средней части верхней полости наметки под прошивку появляется дефект «зажим», в формировании которого можно выделить две основные фазы. Первая фаза начинается разрывом контакта между боковыми гранями пуансона и поковки с возникновением и развитием волны «В» на боковой поверхности верхней полости наметки (рис. 1). Вторая фаза начинается с вырождения волны в складку «С», образование которой имеет необратимый характер и приводит к формированию дефекта «зажим»

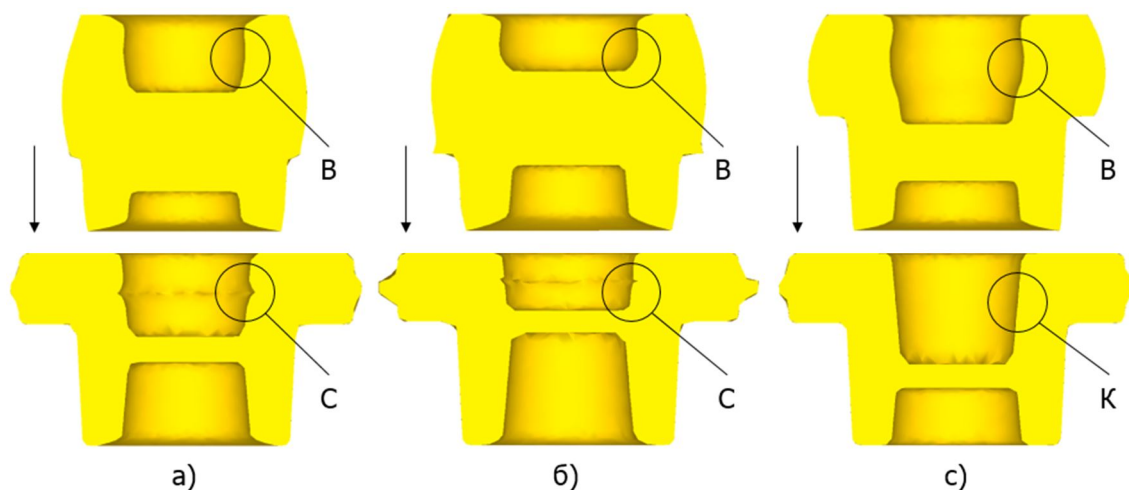


Рисунок 1 - Оценка изменения формы элементов поковки по ходу пуансона при среднем (а), верхнем (б) и нижнем (в) размещении перемычки

В третьем варианте размещения перемычки (рис. 1в) первая фаза дефектообразования также имеет место в средней части верхней полости наметки под прошивку. Она также начинается с появления разрыва контакта боковых поверхностей пуансона и поковки и образования волны «В» на боковой грани последней. Однако, необратимого развития волна не получает. Происходит ее затухание с выравниванием боковой поверхности поковки и восстановлением ее контакта «К» с поверхностью пуансона. Дефект «зажим» не формируется.

Оценка изменения поля скоростей течения металла в поковке по ходу пуансона раскрыла причины появления или отсутствия дефектов в рассмотренных трех вариантах размещения перемычки наметки под прошивку. На рис. 2 представлен пример такой оценки для поковки с нижним размещением перемычки.

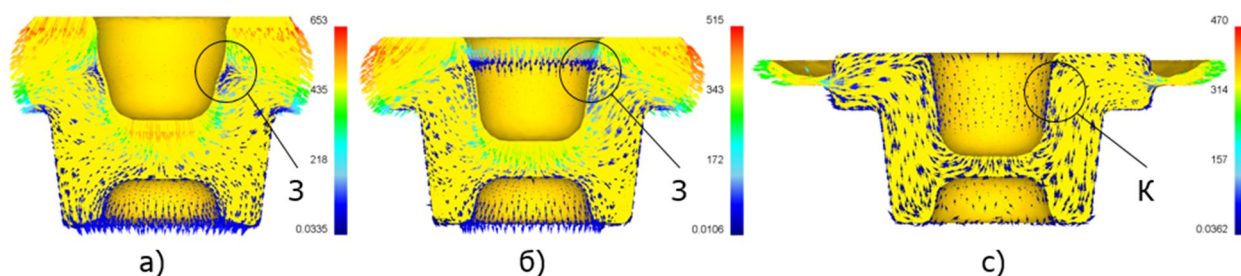


Рисунок 2 - Оценка изменения поля скоростей течения металла в поковке по ходу пуансона при нижнем размещении перемычки

Причиной разрыва контакта между боковыми гранями пуансона и поковки на первой фазе дефектообразования с появлением и развитием волны «В» (рис. 1) на боковой поверхности поковки является формирование зоны затрудненной деформации «3» (рис. 2а) в середине верхней полости наметки под прошивку. Движению металла в зоне препятствуют два быстрых потока металла, направленных от оси поковки к ее периферии, которые возникают выше и ниже указанной зоны. Верхний поток характеризуется векторами скоростей величиной 300-500 мм/с, ориентированными под углом  $45^\circ$  к понижению уровня течения, а нижний поток – векторами скоростей величиной 200-400 мм/с, ориентированными под углом  $45^\circ$  к повышению уровня течения. Скорость течения металла в зоне не превышает 90 мм/с. Поэтому оба потока «подхватывают» зону затрудненной деформации, создают разрыв контактных поверхностей пуансона и поковки и начинают формировать волну на боковой грани последней.

Далее по ходу пуансона скорость верхнего потока уменьшается, а нижнего возрастает, что приводит к смещению зоны «3» в верхнюю область полости наметки под прошивку (рис. 2б) с уменьшением волны на боковой поверхности поковки.

В точке недохода пуансона  $S_H = 4$  мм до КНП (рис.2б) верхний поток полностью вытесняется нижним и волна ликвидируется. Дальнейшее вытеснение металла поковки в облой протекает при полностью восстановленном контакте «К» (рис. 2в) боковых граней поковки и пуансона без образования дефекта «зажим».

Выполненный анализ результатов компьютерного моделирования штамповки поковок звездочек малых и средних габаритов для цепных передач зерноуборочных комбайнов позволяет сформулировать следующие рекомендации и выводы.

1. Повышение производительности обработки поковок звездочек путем сокращения количества штамповочных переходов повышает вероятность образования дефектов «зажим» в верхней полости наметки под прошивку отверстия ступицы.

2. Причиной появления дефектов «зажим» в поковках звездочек является формирование зоны затрудненной деформации в средней части верхней полости наметки под прошивку.

3. Формирование двухсторонних наметок под прошивку в поковках звездочек рекомендуется выполнять со смещением перемычки в нижнюю часть поковки для снижения вероятности образования дефектов «зажим».

#### **Список использованных источников**

1. QForm 2D/3D. Программа для моделирования процессов обработки металлов давлением. Версия VХ. Часть 2. Руководство пользователя. ООО «КванторФорм», 2018. 442 с.

2. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. – М.: Машиностроение, 1986. – Т. 2. Горячая штамповка /Под ред. Е.И. Семенова, 1986.