

УДК 539.372

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ОСАДКЕ
НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ЭП742-ИД**

Соколов Дмитрий Алексеевич

Студент 4 курса,
кафедра «Технологии обработки давлением»
Московский государственный технический университет

Научный руководитель: О.А. Белокуров,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки давлением»

Равномерность макроструктуры и накопленная степень деформации детали позволяют повысить ее эксплуатационные качества. Для получения желаемой структуры поковки применяются различные способы. Одним из способов является осадка, при которой геометрия бойков и их ход являются ключевыми факторами.

Целью данной работы является усовершенствование технологии горячей объемной штамповки диска из жаропрочного никелевого сплава ЭП742-ИД: разработка технологии штамповки диска, обеспечивающей проработку макроструктуры в ступичной части поковки. Накопленная пластическая деформация должна быть не менее 0,8. Математический расчет пластической деформации проводился в программе QForm версии 10.1.5[1]. Реологическая модель материала для моделирования процесса деформации взята из [2-3]: $\sigma_s = a_0 \varepsilon_h^{a_1} e^{a_2 \varepsilon_h} \varepsilon^{a_3} e^{a_4 t}$. Взята заготовка размера $\varnothing 290 \times 442,5$ мм. В связи с особенностями полученной модели в качестве оборудования брался гидравлический пресс [4].

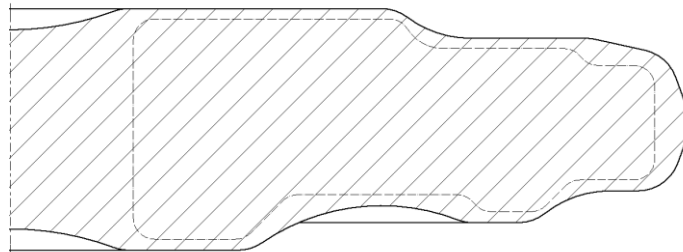


Рис.1. Сечение итоговой поковки.

Для проработки структуры поковки были рассмотрены следующие способы:

1. Плоские бойки;
2. Бойки с выпуклостью переменного диаметра в центре;
3. Использование прокладок в виде колец и дисков из стали;
4. Ребристые бойки со смещением рёбер на половину периода относительно друг друга.

Затем заготовка помещалась в конечный штамп.

Первый технологический процесс представлял из себя 5 последовательных осадок с расстоянием между инструментом 360мм, 285мм, 225мм, 175мм и 135мм с дополнительным подогревом заготовки до первоначальной температуры (1150°C) после каждой операции. Выбиралась стеклянная смазка. Материал инструмента выбран H13 (AISI/SAE) (4X5MФ1С; ЭП572). В результате осадки на верхнем торце поковки образовалась область с меньшими значениями поля пластической деформации.

Ход второго технологического процесса отличался от первого тем, что в нем 4 последовательных осадки с расстоянием между инструментом 340мм, 260мм, 200мм, 160мм. В результате осадки область с меньшими значениями поля пластической

деформации появилась только в небольшой приосевой зоне на торцах поковки, которая удаляется с поковки механически. Применение данных бойков на практике затрудняется необходимостью изготовления большого количества и частой сменой инструмента. Схема сечения бойков представлена на рис. 2а.

Третий технологический процесс отличался от первого использованием кольцевых и дисковых прокладок из стали 40Х в первой осадке. В результате применения данного способа поковки получили большую накопленную пластическую деформацию, однако при использовании дисковых прокладок в приосевой зоне на торцах поковки наблюдалась менее проработанная область. Также в обоих случаях на границах торцов и боковой поверхности образуется область с избыточными значениями накопленной деформации и складками, вызванными взаимным проникновением узлов сеток заготовок друг в друга при моделировании. Моделирование взаимодействия нескольких заготовок в QForm требует отдельного исследования.

Четвертый технологический процесс имел те же 5 осадок, но с расстоянием между инструментом 340мм, 260мм, 200мм, 160мм и 130мм и кантовкой заготовки после каждого перехода. Геометрия каждого из бойков выполнялась в виде конуса с периодическими рёбрами, смещёнными у верхнего бойка на половину периода, относительно нижнего. В результате поковка получила равномерную проработанную структуру. Рёбра также позволяют исключить необходимость использования центрирующих механизмов после второго перехода. Схема сечения бойков представлена на рис. 2б.

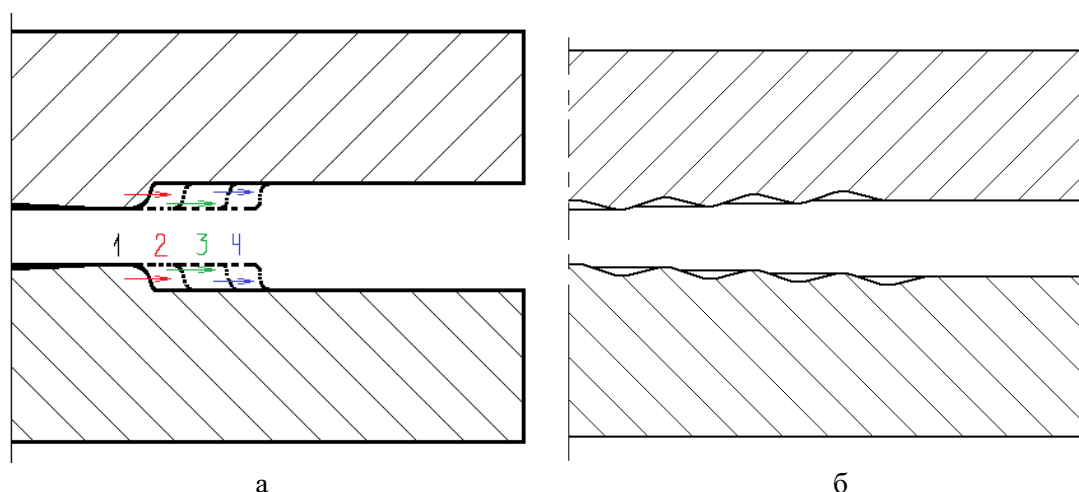


Рис. 2.

а - Схема изменения сечения бойков 2.

б - Схема сечения бойков 4.

Литература

1. QForm — Quantor Form. URL: <http://www.qform3d.ru/products>.
2. В.К. Носов, С.А. Кононов, А.С. Перевозов, П.А. Нестеров, Ю.Ю. Щугорев, Ю.А. Гладков Реологические свойства сплава ЭП742-ИД в контексте интегрированного вычислительного материаловедения и инжиниринга (ИСМЕ). Часть I. Результаты экспериментальных исследований – М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (МАИ (НИУ)), Ступинский филиал, 2018 г. – 42 с.
3. В.К. Носов, С.А. Кононов, А.С. Перевозов, П.А. Нестеров, Ю.Ю. Щугорев, Ю.А. Гладков Реологические свойства сплава ЭП742-ИД в контексте интегрированного вычислительного материаловедения и инжиниринга (ИСМЕ). Часть II.

Моделирование процесса сжатия образцов и виртуальных заготовок. – М.:
Московский авиационный институт (национальный исследовательский
университет) (МАИ (НИУ)), Ступинский филиал, 2018 г. – 52 с.

4. *Е.И. Семенов* Ковка и штамповка. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка – 2010г., Т.1 – 720 с.
5. *А.Н. Брюханов* Ковка и объемная штамповка - 1975г. – 408 с.