

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЛАНЦЕВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Третьюхин В.В.

МГТУ «СТАНКИН»

Кафедра "Системы пластического деформирования"

Научный руководитель: д.т.н., проф. Артеc А.Э.

На кафедре «Системы пластического деформирования» ГОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН» проводятся работы по созданию эффективных технологий штамповки поковок, используемых в изделиях арматуростроения. Актуален вопрос снижения себестоимости при сохранении должного качества продукции арматуростроения. Путем для решения такой проблемы является снижение расхода материала при производстве самых используемых деталей в изделиях арматуростроения – деталей типа фланца.

Типовой представитель деталей типа фланца – переход на DN150. Преимущественно изготавливается сваркой плоского фланца (1) и втулки (2) (Рис.1) Возможно изготовление методами открытой штамповки – раздачей за несколько переходов. Контуры поковки показаны пунктиром. Схема отработанной на кафедре СПД, технология представлена на рис. 3, а [1]. При этом исходная заготовка труба $\varnothing 168/18 L = 205$ мм.

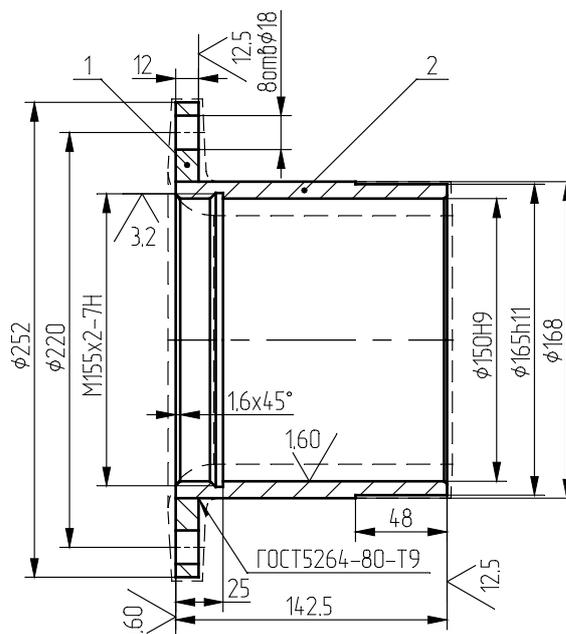


Рис.1. Чертеж детали перехода: 1 – плоский фланец, 2 – втулка.

Однако и эта технология не оптимальна в отношении расхода металла. При раздаче для формирования фланцевой части поковки происходит утонения металла. В результате, для обеспечения необходимой толщины фланца (свыше 12 мм), приходится применять кольцевые заготовки с толщиной стенки 18 мм. Из-за этого толщина стенок поковки во втулочной части составляет удвоенную толщину стенок детали, и избыток удаляется механообработкой. Для решения этой проблемы, нами предложена новая технология с использованием дополнительной операции – вытяжке с утонением после дополнительного нагрева полуфабриката до $t = 850^{\circ}\text{C}$ (рис. 4).

Последовательность формоизменения заготовки представлена на рис. 2:

- раздача фланца за три перехода;
- вытяжка с утонением;

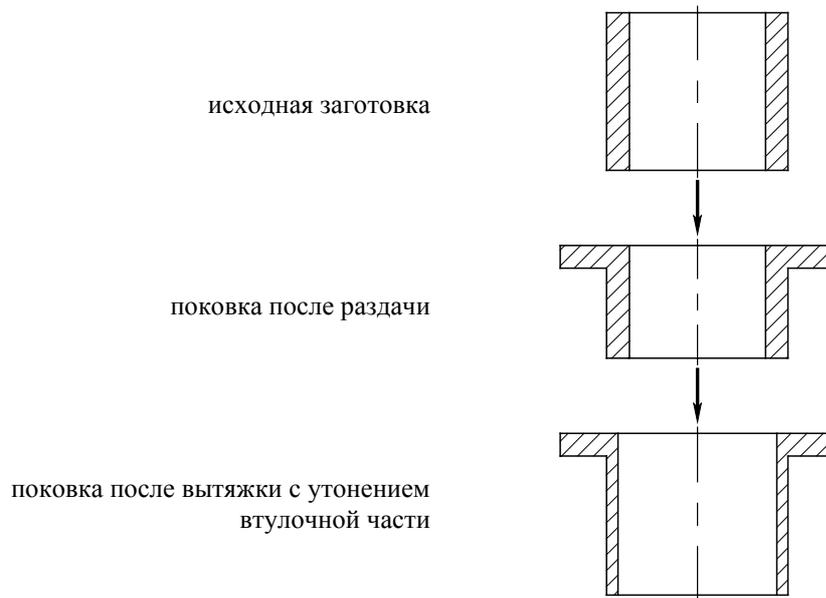


Рис. 2. Эскизы полуфабрикатов по предлагаемому технологическому процессу.

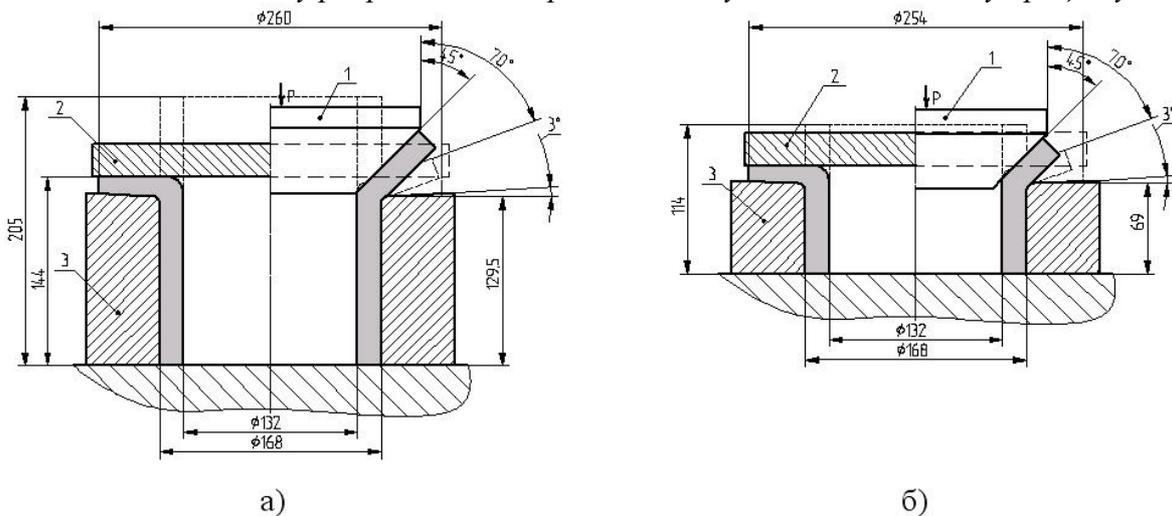


Рис. 3. Схема полугорячей раздачи фланца.

а – схема технологии отработанной на кафедре СПД; б – схема предлагаемой технологии:

1 – конический пуансон, 2 – плоский пуансон; 3 – матрица.

Первая операция – последовательная раздача фланца за три перехода (рис.3, б). Осуществляется с нагревом деформируемой части до 850°C . На первом переходе, раздача осуществляется коническим пуансоном на угол 45° . Затем пуансоном на угол 70° и заканчивается раздачей плоским пуансоном. Таким образом, в одном штампе за три перехода происходит формирование фланца с диаметром $\phi 254^{+2}$ мм. При этом толщина фланца, за счет утонения, достигает на периферии 14 мм.

Далее для уменьшения толщины стенок во втулочной части поковка подвергается вытяжке с утонением (рис. 4). Возможность формоизменения ограничивается коэффициентом вытяжки:

$$\varepsilon = \frac{F_0 - F}{F_0};$$

Максимально допустимый внутренний диаметр поковки определяется с учетом, что для первой вытяжки $\varepsilon = 0.27 \dots 0.3$:

$$d = \sqrt{d_0^2 + \varepsilon \cdot (D^2 - d_0^2)};$$

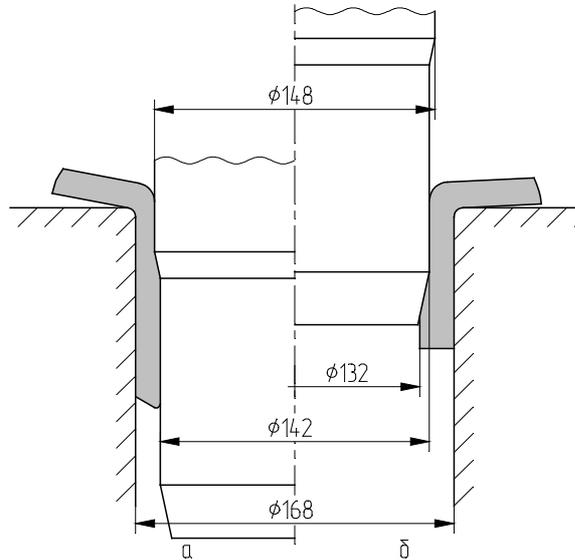


Рис. 4. Схема вытяжки с утонением:

а) на внутренний диаметр $\varnothing 142$ мм б) на внутренний диаметр $\varnothing 148$ мм.

В результате расчетов установлено, что желаемую толщину цилиндрических стенок можно получить за два переход вытяжки с утонением на $\varnothing 142$ мм и $\varnothing 148$ мм. При этом достаточно одного хода ползуна прессы с использованием пуансона с двумя коническими ступенями, расположенными на определенном расстоянии, позволяющем начать вытяжку на второй ступени, после полного окончания вытяжки на первой ступени.

Величина среднего по величине и наибольшего по высоте очага пластической деформации растягивающего напряжения и усилие вытяжки с утонением (рис. 5) определены из условия равенства работ внешних и внутренних сил, действующих по очагу пластической деформации, согласно методике, предложенной Е.А. Поповым применительно к вытяжке с утонением стенки. Формулы для определения максимальных растягивающих напряжений и усилия вытяжки имеют вид:

$$\sigma_{z \max} = \frac{\sigma_b}{1 - \psi_{uu}} \left(\frac{1 - k}{2\psi_{uu}} \right)^{\frac{\psi_{uu}}{1 - \psi_{uu}}} \cdot \left[\left(1 - \frac{\mu}{\alpha} + \frac{\mu}{\alpha} \ln \frac{1}{k} \right) \ln \frac{1}{k} + tg \frac{\alpha}{2} \right];$$

$$P = \pi(d_n + S)S \left\{ \sigma_{z \max} + \frac{\sigma_b}{1 - \psi_{uu}} \left(\frac{1 - k}{2\psi_{uu}} \right)^{\frac{\psi_{uu}}{1 - \psi_{uu}}} \cdot \mu ctg \alpha \left[\ln \frac{1}{k} - \frac{S_0^2 - S^2}{2S(R_m + r_n)} \right] \right\};$$

где σ_b – предел прочности материала заготовки; $\psi = 0.5$ – равномерное сужение площади поперечного сечения стандартного образца при испытании на растяжение; $\mu = 0.4$ – коэффициент трения; $k = \frac{S}{S_0}$.

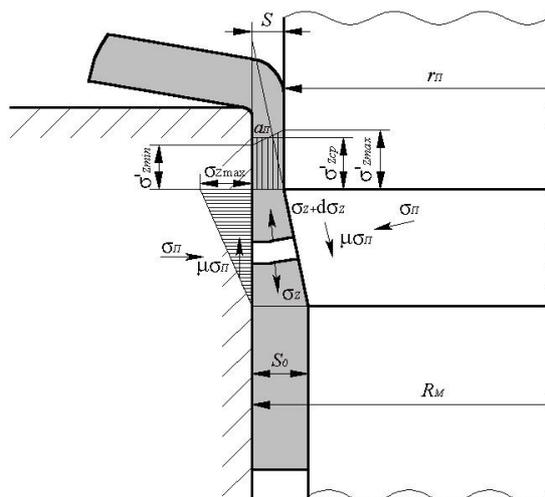


Рис. 5. Схема процесса вытяжка с утонением.

Сила вытяжки с утонением в результате расчета для первой ступени составила $P = 840 \text{ КН}$, для второй $P = 530 \text{ КН}$.

В рамках предпроектного исследования предлагаемого технологического процесса производилось моделирование в программе QForm 2D. Переходы процесса раздачи представлены в табл. 1-3, вытяжка с утонением – табл. 4.

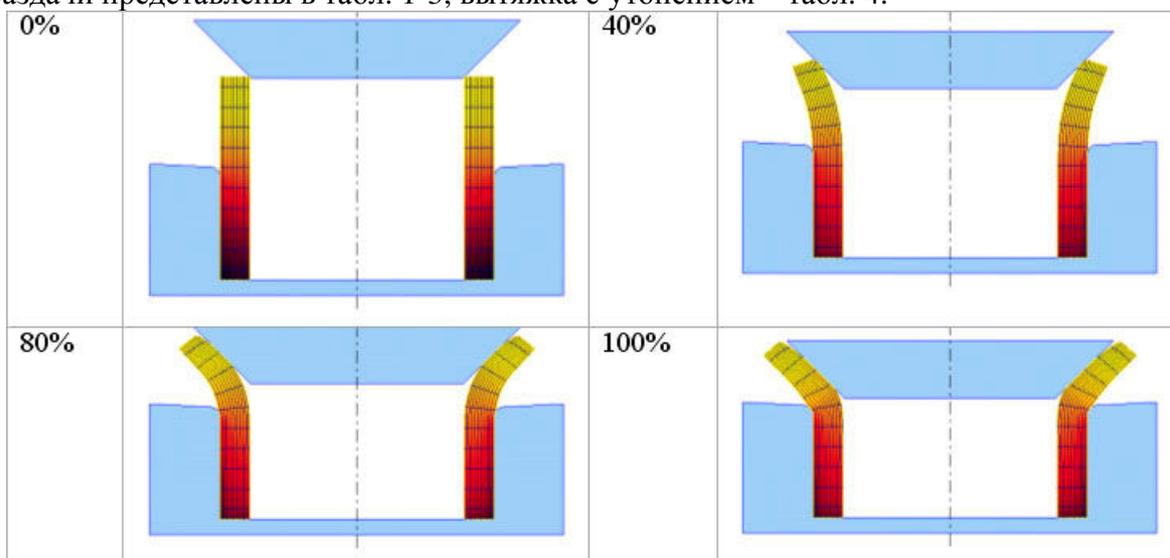


Табл. 1. Моделирование 1-ого перехода операции «раздача» в программе QForm.

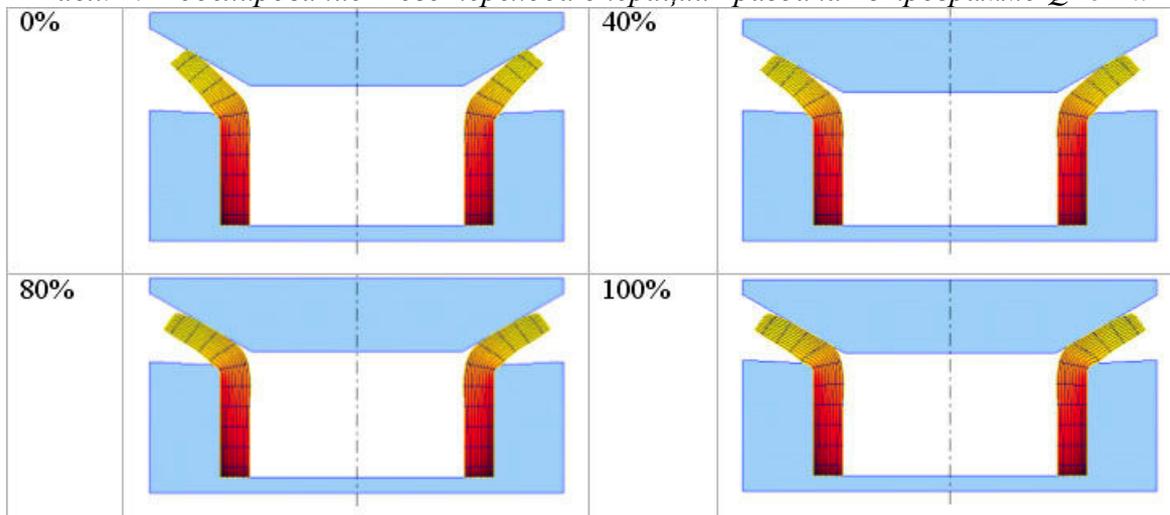


Табл. 2. Моделирование 2-ого перехода операции «раздача» в программе QForm.

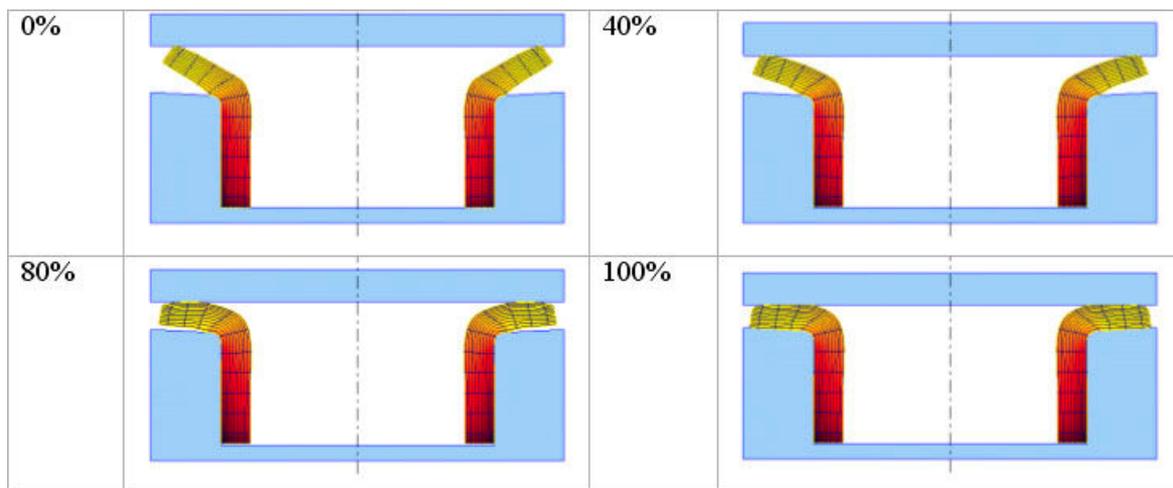


Таблица 3. Моделирование 3-ого перехода операции «раздача» в программе QForm.

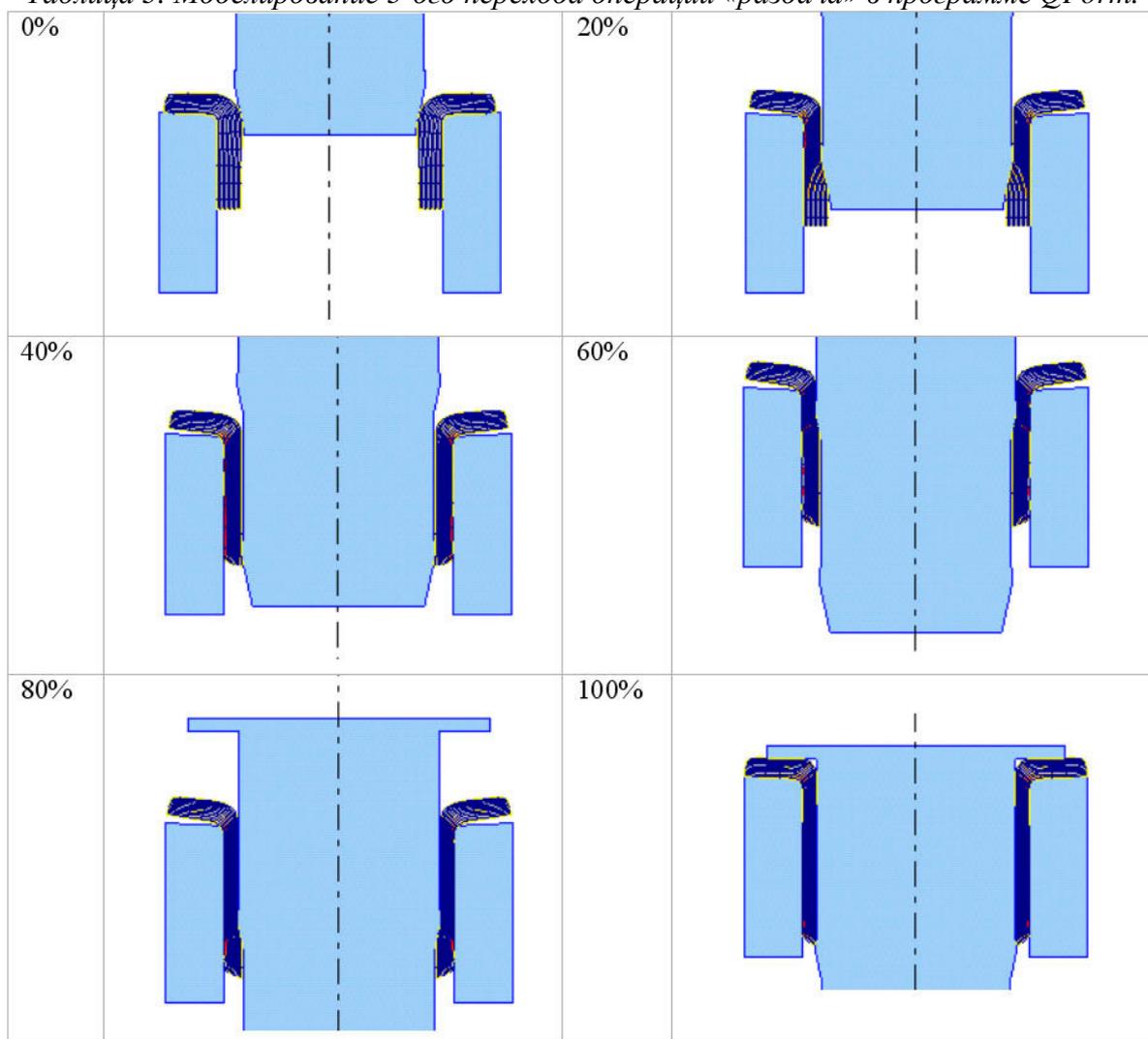


Таблица 4. Моделирование операции «вытяжка с утонением» программе QForm.

Применение новой технологии (взамен технологии без вытяжки с утонением) позволяет уменьшить массу поковки перехода с 13.6 кг до 9.8 кг. Таким образом, при стоимости углеродистой стали – 20 руб./кг, а нержавеющей – 200 руб./кг, экономия на материале составит – 76 и 760 руб. соответственно.

Принимая во внимание, ввод операции «вытяжка с утонением», удорожающей технологический процесс на 50 руб. на единицу изделия, при односменной работе и

программе 100 шт. в смену, годовой экономический эффект (за счет сокращения расхода металла) составит соответственно более 650 000 руб. и 17 750 000 руб., для углеродистой и нержавеющей сталей.

Литература

1. С.А. Шевчук, О.А. Шевчук, А.Э. Артеc, В.В. Третьюхин. Штамповка деталей арматуры в мелкосерийном производстве // Арматуростроение. 2006. № 4. С.72-74.
2. Шофман Л.А. Основы расчета процессов штамповки прессования. М., 1961. 340с.
3. А. Мазурин. Моделирование холодной и горячей объемной штамповки в Qform // САПР и Графика №9 2001. С.18-29.