

МИНИМИЗАЦИЯ РАСХОДА ШТАМПУЕМОГО МЕТАЛЛА ПРИ ЗАКРЫТОЙ ШТАМПОВКЕ ФЛАНЦЕВЫХ ПОКОВОК

С. В. Герман, Е. М. Басова, М. И. Поксеваткин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Предложен алгоритм минимизации расхода штампуемого металла при закрытой штамповке фланцевых поковок.

Ключевые слова: оптимизация расхода металла; штамповка; алгоритм минимизации

MINIMIZATION OF THE CONSUMPTION OF STAMPED METAL AT THE CLOSED STAMPING OF FLANGE FORGINGS

S. V. German, E. M. Basova, M. I. Poksevatkin

Altai state technical university, Barnaul, Russia

The algorithm of minimization of a consumption of the stamped metal at the closed stamping of flange forgings is offered.

Keywords: optimization of a consumption of metal; stamping; algorithm of minimization

Процесс заполнения фланцевой полости осаживанием, как известно, требует меньшего усилия, чем радиальным вдавливанием, однако, в любом случае, необходимо обеспечить точность дозирования объема металла во фланцевой полости предварительного ручья штампа, что непосредственно влияет на заполняемость окончательного ручья, силовые условия штамповки и стойкости штампа (рисунок 1).

Исходная заготовка 1 (показана пунктиром) устанавливается в полость матрицы 2 на торце выталкивателя 3. При перемещении пуансона 4 металл заполняет фланцевую полость 5, осаживает заготовки 1. Точность дозирования объема обеспечивается величиной хода S_n пуансона 4 (рисунок 1).

Образующийся при этом фланец предварительного перехода 6 для удобства установки в следующем ручье определяют по формуле:

$$d_i = (0,95)^{K-i} \cdot D_\Phi, \quad (1)$$

где d_i – диаметр перехода;

i – номер перехода;

K – количество переходов

D – диаметр фланца.

Из формулы (1) находим $d_\Phi = 0,95D$ при $i=1$, если штамповку осуществляют в два перехода.

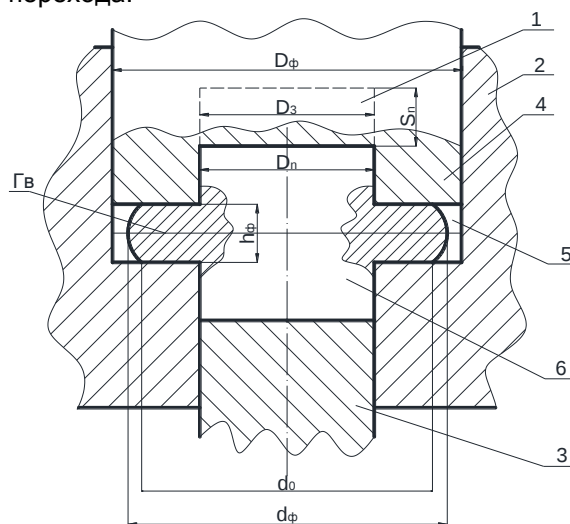


Рисунок 1 – Схема заполнения фланцевой полости первого перехода: 1 – заготовка; 2 – полость матрицы; 3 – выталкиватель; 4 – пуансон; 5 – фланцевая полость; 6 – фланец предварительного перехода

МИНИМИЗАЦИЯ РАСХОДА ШТАМПУЕМОГО МЕТАЛЛА ПРИ ЗАКРЫТОЙ ШТАМПОВКЕ ФЛАНЦЕВЫХ ПОКОВОК

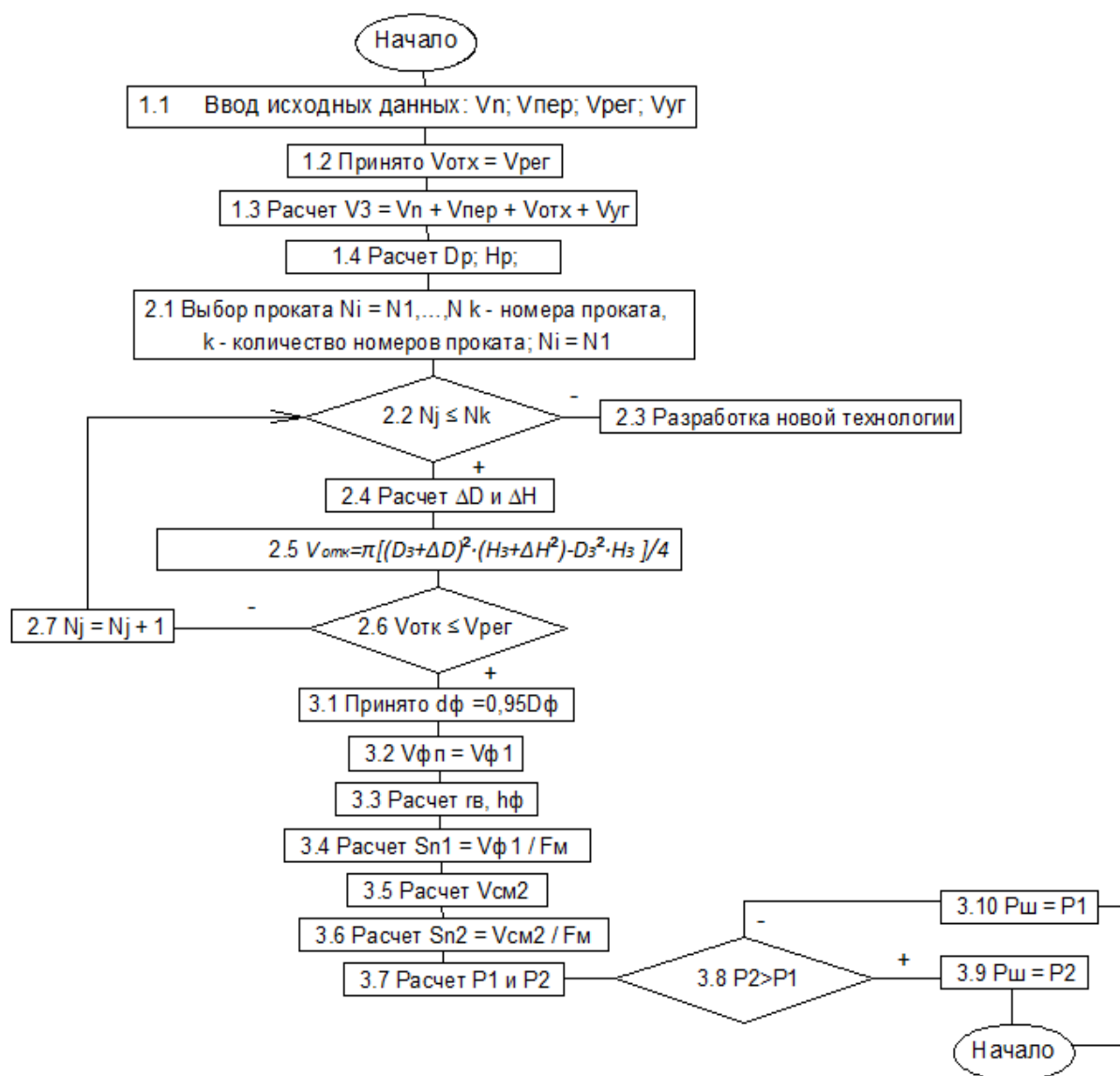


Рисунок 2 – Алгоритм минимизации расхода металла

Процесс оптимизации объема металла, вытесняемого во фланцевую полость предварительного ручья, и силовых условий формирования фланца описан двухмодульным алгоритмом, блок-схема которого приведена на рисунке 2.

Для функционирования алгоритма в первом модуле M1 введены следующие величины (блок 1.1): D_n , H_n , V_n – соответственно диаметр, высота и объем поковки; D_ϕ , H_ϕ , и $V_{\phi n}$ – соответственно диаметр, высота и объем фланца поковки; $V_{\text{пер}}$ – объем перемычки; $V_{\text{рег}} = 0,05 V_n$ – максимальный регламентируемый объем отхода металла при закрытой штамповке.

Принимаем объем ($V_{\text{отх}}$) отхода равным регламентируемому: $V_{\text{отх}} = V_{\text{рег}}$ (блок 1.2). Затем определяем объем (V_3) заготовки (блок 1.3) и рассчитываем диаметр (D_p) и высоту (H_p) заготовки (блок 1.4). Далее переходят к модулю M2: их множества номеров (N_j) проката выбирают прокат, например, повышенной точности, которому присваивают номер №1 (блок 1.2). Проверяют условие блок 2.2. Если условие не выполняется, то переходят к блоку 2.3. Диаметр (D_3) выбранного профиля должен соответствовать расчетному (D_p). Из условия равенства объемов пересчитываем высоту (H_3) заготовки. После проверки условия блока 2.2 рассчитывают дополнительные

отклонения диаметра (ΔD) проката и высоты (ΔH) заготовки после рубки (блок 2.4). По формуле (блок 2.5) определяют отклонение объема заготовки и сопоставляют его величину с регламентируемым отходом металла (V_{per}) (блок 2.6). Если условие блока 2.6 не выполняется, то выбирают следующий по точности прокат (блок 2.7) и возвращаются в блок 2.2. В случае невыполнения условия блока 2.2 следует изменить технологию штамповки (блок 2.3).

Далее переходят к модулю М3: принимают условие блока 3.1 и записывают соотношение $V_{\text{фп}} = V_{\text{ф1}}$ (блок 3.2):

$$\pi(R_{\text{ф}}^2 - R_{\text{n}}^2)H_{\text{ф}} = \pi \left[(r_{\text{o}}^2 - R_{\text{n}}^2) \cdot h_{\text{ф}} + \frac{r_{\text{в}}^2}{2} \cdot 2\pi \left(r_{\text{o}} + \frac{1}{3}r_{\text{в}} \right) \right], \quad (2)$$

где $V_{\text{ф1}}$ – объем металла во фланцевой полости предварительного ручья, равный объему ($V_{\text{фп}}$) фланца поковки; r_{o} и $r_{\text{в}}$ – соответственно радиус основания фланца первого перехода и радиус выпуклости боковой поверхности фланца.

Условие (2) является трансцендентным уравнением, которое решается методом итерации с учетом допущения ($r_{\text{в}} = 0,5h_{\text{ф}}$), ограничения ($r_{\text{o}} \geq R_{\text{n}}$) и замены ($r_{\text{ф}} = r_{\text{o}} + r_{\text{в}}$). Выразив $h_{\text{ф}} = 2r_{\text{в}}$; $r_{\text{o}} = r_{\text{ф}} - r_{\text{в}}$; $r_{\text{ф}} = 0,95D_{\text{ф}}$, находят $r_{\text{в}}$, затем $h_{\text{ф}}$ (блок 3.3).

В блоке 3.4 определяют величину хода (S_{n1}) пуансона с момента его контакта с торцом заготовки (рисунок 1). Здесь $F_{\text{м}}$ – площадь поперечного сечения полости матрицы. Аналогично расчету хода (S_{n1}) пуансона в первом переходе определяют величину хода

(ходов) пуансона в последующих переходах как отношение величины смещаемого пуансоном объема ($V_{\text{см}}$) к площади поперечного сечения полости матрицы в процессе формирования поковки (блоки 3.5 и 3.6).

В блоках 3.7–3.10 находят наибольшее усилие перехода и принимают его за усилие штамповки ($P_{\text{ш}}$), по которому выбирают штамповочное оборудование. Если все переходы выполняют одновременно, то усилия каждого перехода суммируют и приравнивают к усилию штамповки ($P_{\text{ш}}$).

Алгоритм реализован компьютерной программой, которая успешно опробована.

Выводы.

1. Разработана модель минимизации расхода штампуемого металла при штамповке фланцевых поковок.

2. На основе модели разработан алгоритм минимизации расхода металла, который успешно опробован.

Герман Светлана Владимировна – аспирант
e-mail: lana86@list.ru

Басова Елена Михайловна – аспирант,
e-mail: 9133604663@mail.ru

Поксеваткин Михаил Иванович – к.т.н.,
профессор

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный
технический университет им. И. И. Ползунова»
(АлтГТУ), г. Барнаул, Россия