

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КАЛИБРОВОК КОЛЬЦЕВЫХ ЗАГОТОВОК АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ БАЛОЧНОГО И ШВЕЛЛЕРНОГО ТИПА

Костышев В. А.

Особенность данной методики получения профилей швеллерного и балочного типа состоит в том, что их нельзя получить из прямоугольной заготовки, если применять более или менее равномерные обжатия, как например, при раскатке по способу совместной раскатки со сверткой. Однако, резко неравномерная вытяжка по ширине профиля кольца в процессе раскатки швеллерных и балочных профилей осуществляется только в разрезанном калибре. При обеспечении температурных условий горячей деформации данная особенность не является существенной. В остальных калибрах используются равномерные вытяжки во всех элементах профиля. Это является обязательным условием для получения кольцевых профилей правильной формы без значительных внутренних напряжений при минимальном расходе энергии.

Вторым основным условием при расчете калибровки по данному методу является обеспечение боковых обжатий во фланцевых элементах профиля с целью не только утонения последних, но и предотвращения их утяжки.

Расчет калибровки производится, начиная с чистового калибра (рис. 1).

Радиусы перехода шейки к фланцам выбираются из условия исключения образования зажимов  $R_{w1} = 0,4 h_{\phi 1}, r_1$  - выбирается равным номинальному припуску под механическую обработку. Выпуск чистового калибра берется равным 3...5°. После построения чистового калибра производится расчет разрезного калибра (рис. 2). Ширина

разрезного калибра  $B_2$  равна ширине чистового калибра  $B_1$  за вычетом уширения  $\Delta b$ , которое определяется из соотношения

$$\Delta b = (0,01 \dots 0,025)B_1 \quad (1)$$

Высота действительного фланца разрезного калибра для закрытых фланцев  $h_2$ , выбирается из соотношения

$$h_2 = h_1 + \Delta h_y - \Delta h_0, \quad (2)$$

где  $\Delta h_y$  - утяжка фланцев;

$\Delta h_0$  - удлинение фланцев за счет бокового обжатия.

$$\Delta h_0 = 0,1\Delta h_2.$$

Для открытых фланцев высота действительных фланцев определяется из соотношения (2), где

$$\Delta h_y = 0,25\Delta h_2, \Delta h_0 = 0,15\Delta h_2 \quad (3)$$

Ширина шейки разрезного калибра  $n_{w2}$  выбирается равной 15...40 мм соответственно ширине профиля. Толщина фланца у основания рассчитывается по формуле

$$b_{w1} = 0,5(B_2 - n_{w2}), \quad (4)$$

у вершины рассчитывается по формуле

$$a_2 = k_2 b_2, \quad (5)$$

где  $k_2$  - коэффициент, равный 0,4...0,5.

Между высотой фланца и разностью толщин фланца у основания и вершины существует отношение, равное

$$\frac{h_2}{b_2 - a_2} = 2,0 \dots 2,6. \quad (6)$$

Толщину шейки разрезного калибра следует определять, приняв вытяжки по шейке

$$\eta_{w2} = \frac{S_{w2}}{S_{w1}} = 1,25 \dots 1,40, \quad (7)$$

где  $S_{w1}$  - толщина шейки чистового калибра;

$S_{w2}$  - толщина шейки разрезного калибра.

Для разрезных калибров угол  $\varphi$  выбирается в пределах  $45 \dots 60^\circ$ . Чем больше угол разрезного гребня  $\varphi$ , тем труднее получить высокие фланцы профиля из-за значительной утяжки фланцев. Малые углы также использовать не следует из-за значительной деформации гребня при раскатке.

Необходимым условием при проектировании калибровки также является то, что фланцы разрезного профиля должны беспрепятственно входить в чистовой калибр на глубину  $1/2 \dots 2/3$  - закрытых фланцев и на  $1/3 \dots 1/2$  - для открытых фланцев.

Вытяжки по фланцам при раскатке черногого профиля в чистовом калибре должны быть  $h_{\text{ФЛ}} = 1,35 \dots 1,70$

Выпуск для закрытых фланцев принимают равным  $2 \dots 3^\circ$ , для открытых -  $3 \dots 5^\circ$ .

Радиусы закругления в черновом калибре принимают равными

$$R_2 = (2,2 \dots 3,0)a_2, r_2 = (1,0 \dots 1,7)a_2. \quad (8)$$

Во избежание образования по месту разъема валков заусенца необходимо производить раскатку кольца предварительно в прогладочном ящичном калибре с оформлением радиусов на кромках, по величине достаточных для компенсации последующего уширения при раскатке в разрезном и чистовом калибрах. Форма и размеры ящичного калибра должны соответствовать рис. 3, где

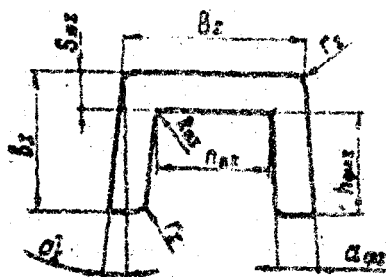


Рис. 1. Калибр чистовой

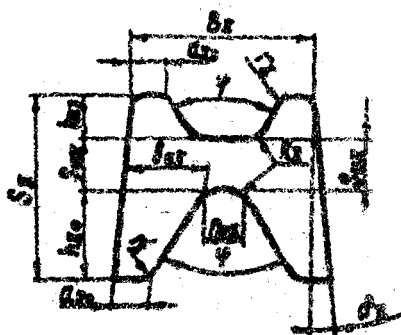


Рис. 2. Разрезной калибр

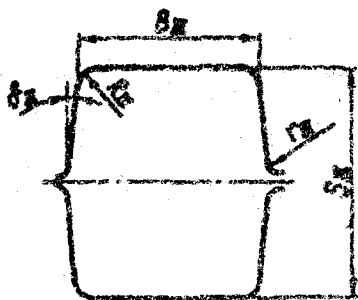


Рис. 3. Ящичный калибр

$$R_3 = 0,175B_3, r_3 = (0,07 \dots 0,075)B_3. \quad (9)$$

Выпуск  $\delta_3$  соответствует углу  $2 \dots 5^\circ$ . Толщина заготовки после раскатки в ящичном калибре выбирается на 20...30% больше высоты чернового профиля  $S_2$ .

Ширина профиля  $B_3$  равна ширине чернового профиля  $B_2$ .

Толщина исходной заготовки  $S_0$  выбирается равной

$$S_0 = (1,04 \dots 1,05)S_3. \quad (10)$$

Ширина исходной заготовки  $B_0$  принимается равной ширине профиля после проладки  $B_3$ .

При расчете профилей швеллерного типа расчет ведется аналогично методу балки, с учетом особенностей заполнения открытых и закрытых фланцев.

В целях лучшего заполнения фланцев предусматривают в черновом профиле ложные фланцы. Площадь ложных фланцев определяют из соотношения

$$\frac{F}{F_D + F_A} = 0,4 \dots 0,5, \quad (11)$$

где  $F_A$  и  $F_D$  - соответственно площади ложных и действительных фланцев.

В разрезном калибре толщину ложных и действительных фланцев у основания принимают одинаковой. Толщина ложных фланцев у вершин находится из соотношения

$$a_A = (7,7 \dots 0,8)b_A. \quad (12)$$

Высота ложных фланцев находится из соотношения

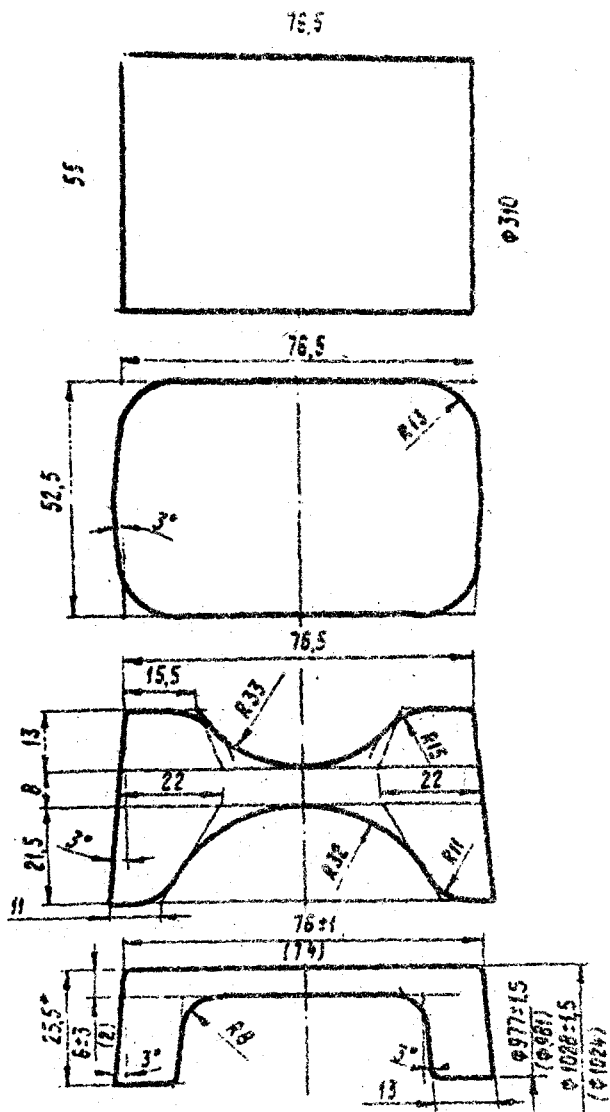


Рис. 4. Калибровка заготовок промежуточного кольца компрессора из сплава ВТ20

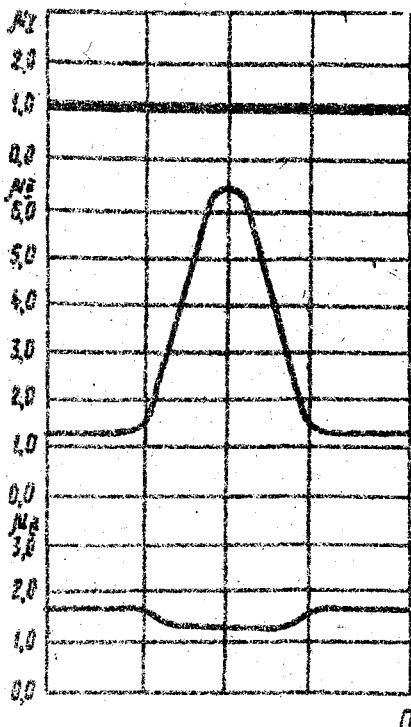


Рис. 5. Выгибы по переходам калибровки промежуточного кольца из сплава ВТ20 (рис. 4).

$$h_{\Lambda} = \frac{F_{\Lambda}}{a_{\Lambda} + b_{\Lambda}} \quad (13)$$

В качестве примера рассмотрим калибровку кольцевой заготовки промежуточного кольца компрессора среднего давления (рис. 4, 5). Это типовая калибровка швеллерного кольца по методу балки. Раскатка в ящичном калибре имеет незначительную вытяжку  $\mu = 1,05$ , что соответствует докритической деформации для сплава ВТ20.

Разрезной калибр имеет существенную разницу вытяжек по шейке и фланцам ( $\mu_w = 6,5, \mu_{\phi} = 1,25$ ), но так как формоизменение происходит при температуре горячей деформации, интенсивной деформации подвергается незначительный объем профиля заготовки, напряженное состояние имеет картину всестороннего сжатия, то нарушение сплошности металла заготовки не происходит.

Процесс интенсивной раскатки в чистовом калибре предусматривает достаточно близкие вытяжки в элементах профиля ( $\mu_w = 1,35, \mu_{\phi} = 1,65$ ), что обеспечивает получение мелкозернистой структуры равномерной по всему объему кольца.