

Чистовая вырубка детали со сжатием

Студенты гр.104427 Чурак Л.П., Шилович Е.А., Буткевич Е.В.

Научный руководитель – Логачев М.В.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

При обычном способе вырубки усилие применяемого пресса используется только для отделения от листа вырубляемой детали, зазор между режущими кромками пуансона и матрицы составляет 5% от толщины листа, в процессе вырубки лист не закрепляется. На поверхности среза полученная таким способом деталь имеет следы разрушения материала, а сама деталь теряет плоскостность. Рабочий инструмент (конусное отверстие в матрице) имеет большие размеры, чем размер наружного контура детали, что приводит к увеличению размеров по мере вырубки партии деталей.

При чистовой вырубке со сжатием повышение гидростатического давления и пластичности, а, следовательно, и увеличение высоты блестящего пояса материала в зоне сдвига достигается путем внедрения ребра вблизи поверхности разделения. При вдавливании ребра происходит вытеснение металла заготовки к режущим кромкам и создания весьма интенсивного гидростатического давления в зоне резания. Ребро размещают на прижиме. Рабочую кромку матрицы притупляют при отладке штампа (притупление до 0.1 S).

При чистовой вырубке усилие пресса используется не только для отделения детали от листа, но и для создания прижима и местного надреза, зазор между режущими кромками составляет 0,5% толщины листа, местный надрез производится вокруг контура реза, под действием усилия прижима и местного надреза в зоне разрушения материала создается напряженное состояние с сжатием. Вследствие этого все детали в партии имеют стабильные размеры.

Каждый способ чистовой вырубки имеет свои границы осуществимости, обусловлены специфическими особенностями. При чистовой вырубке эти со сжатием особенности связаны с усилиями в зоне вырубки, с одной стороны, и нагруженностью инструмента с другой.

Усилие чистовой вырубки

$$P = P_{cp} + P_n, \quad (1)$$

где P_{cp} - усилие среза; P_n - усилие подпора.

Здесь

$$P_{cp} = LS\sigma_g k_1, \quad (2)$$

где L - периметр контура реза, мм; S - толщина листа, мм; σ_g - предел прочности при растяжении, Н/мм²; k_1 - коэффициент равный 0,9.

$$P_n = (0,2 - 0,3)P_{cp}. \quad (3)$$

Среднее удельное давление сжатия

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{cp} + P_n}{F_n}, \quad (4)$$

где F_n – площадь поперечного сечения пуансона.

Совместно решая (2) и (4), получаем значение удельного усилия, Н/мм²

$$\sigma_{сж} = \frac{1,25 \cdot L \cdot S \cdot \sigma_{\sigma} \cdot k_1}{F_n} \quad (5)$$

Пиковое значение удельного усилия

$$P_S = \sigma_{сж} k_2, \quad (6)$$

где k_2 - коэффициент, $k_2 > 1$.

Допускаемое для материала пуансона напряжение, (при осадке) должно быть

$$[\sigma]_{сж} \geq \sigma_{сж} \quad (7)$$

Здесь $[\sigma]_{сж}$ - допускаемое напряжение на сжатие, для обычных пуансонов из закаленной инструментальной стали $[\sigma]_{сж} = 1600 \text{ Н/мм}^2$, для направляемых пуансонов при пробивке отверстий малого диаметра $[\sigma]_{сж} = 2000-3000 \text{ Н/мм}^2$.

Площадь поперечного сечения пуансона

$$F_n = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (8)$$

где d – диаметр пуансона, мм.

Периметр контура реза

$$L = d\pi. \quad (9)$$

Подставив выражения (8) и (9) в (5), получаем

$$\sigma_{сж} = \frac{d \cdot \pi \cdot S \cdot \sigma_{\sigma} \cdot k_1 \cdot 1,25}{d^2 \pi / 4} = \frac{5 \cdot S \cdot \sigma_{\sigma} \cdot k_1}{d} \quad (10)$$

Из выражений (7) и (10) следует

$$[\sigma_{сж}] \geq \frac{5 \cdot S \cdot \sigma_{\sigma} \cdot k_1}{d} \quad (11)$$

и

$$\frac{[\sigma_{сж}]}{5 \cdot \sigma_{\sigma} \cdot k_1} \geq \frac{S}{d} \quad (12)$$

Например, для пробивного пуансона $[\sigma]_{сж} = 3000 \text{ Н/мм}^2$, если учитывать свойства стали с пределом прочности $\sigma_{\sigma} = 500 \text{ Н/мм}^2$, при этом коэффициент $k_1 = 0,9$. Тогда $\sigma_{\sigma} k_1 = \sigma_S = 450 \text{ Н/мм}^2$.

Из выражения (12) для вырубки с прижимом (подпором) следует $\frac{3000}{5 \cdot 450} \geq \frac{S}{d} = 1,33$, для вырубки без прижима $\frac{3000}{4 \cdot 450} \geq \frac{S}{d} = 1,67$.

Отношение толщины листа S к диаметру пуансона d зависит от сопротивления срезу σ_S материала листа, подвергаемого чистовой вырубке. Чем больше величина σ_S , тем меньше должно быть это отношение, и в этом случае давление в области среза больше.