

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ВЫБОРА И РАСЧЁТА УСТРОЙСТВА ПРОТИВОДАВЛЕНИЯ ШТАМПА С РАЗЪЁМНОЙ МАТРИЦЕЙ

М.И. Поксеваткин, К.Ю. Дунаев, М.С. Мамонтов, Д.А. Макаренко

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

При штамповке с разъёмной матрицей особое затруднение вызывают определение величины усилия зажима полуматриц и обеспечение стабильности этой величины в процессе штамповки большой партии поковок. Чрезмерное усилие зажима существенно повышает износ внешних боковых поверхностей полуматриц, недостаточный зажим ведёт к появлению заусенца в разъёме полуматриц, что вызывает ускоренный износ поверхностей зажима и снижение качества поковок.

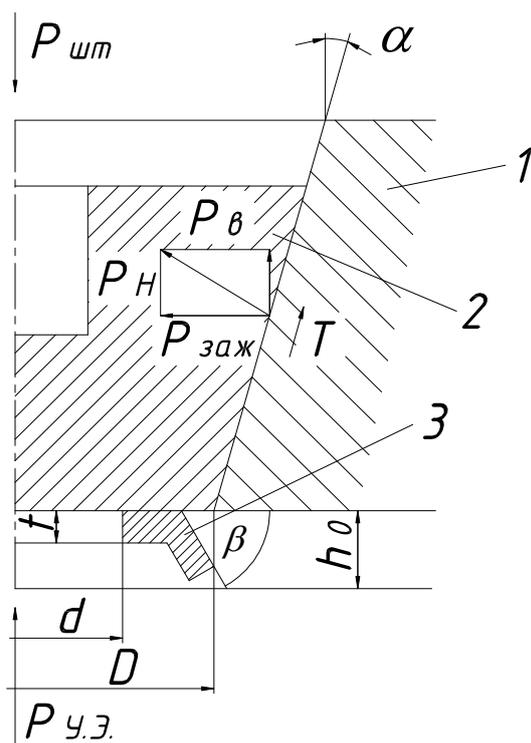


Рисунок 1 – Схема сил при штамповке в разъёмной матрице: 1 – облойма; 2 – полуматрица; 3 – тарельчатая пружина

На рис. 1 приведена схема сил, действующих при штамповке в разъёмной матрице. Согласно схеме усилие штамповки равно:

$$P_{штм} = P_{в} + P_{у.э.} + T \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

где $P_{в}$ - вертикальная составляющая реактивной силы $P_{н}$, действующей перпендикулярно скосу облоймы 1.

$$P_{в} = P_{зж} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (2)$$

где $P_{зж}$ - сила зажима полуматриц.

Как известно, усилие зажима полуматриц 2 при штамповке в матрицах с вертикальным разъёмом достигает 75 – 100% от усилия штамповки $P_{штм}$ [1].

$$P_{зж} = 0,75 \cdot P_{штм}$$

$P_{у.э.}$ - усилие противодействия упругого элемента;
 T - сила трения.

$$T = \mu \cdot \sigma_y \cdot F_{б}, \quad (3)$$

где μ - показатель трения в контакте боковой поверхности полуматриц $F_{б}$ и поверхности скоса облоймы;
 σ_y - предел упругости материала полуматриц, МПа.

Из соотношений (1) и (2) получаем:

$$P_{у.э.} = P_{штм} - P_{зж} \cdot \operatorname{tg} \alpha - T \cdot \cos \alpha. \quad (4)$$

Для оптимизации силовых условий зажима полуматриц и упругого элемента, необходимого для обеспечения стабильности зажима в процессе штамповки, разработан двухмодульный алгоритм. В первом модуле (М1) определяют силовые условия зажима полуматриц, во втором (М2) – силовые и геометрические параметры упругого элемента 3.

В блоке 1.1 вводят исходные данные: диаметр, высоту поковки (D_n, H_n); диаметр, высоту и объём исходной заготовки

(D, H, V); площадь ($S_{заж}$) зажима полуматриц, угол (α) скоса поверхности обоймы и полуматриц; модуль упругости $E = 2 \cdot 10^4 \text{ кг} / \text{мм}^2$; предел прочности штампуемого металла при температуре окончания штамповки $\sigma_{ст}, \text{ МПа}$; предел упругости материала полуматриц, $\sigma_y, \text{ МПа}$.

В блоках 1.2 и 1.3 определяют усилия штамповки и зажима полуматриц. Далее, в блоке 1.4 рассчитывают величину ($l_{он}$) опускания полуматриц в процессе их зажима, используя соотношение:

$$P_{заж} = \sigma_y \cdot S_{заж}, \quad (5)$$

$$\sigma_y = \varepsilon \cdot E, \quad (6)$$

где ε - степень упругой деформации.

$$\varepsilon = \frac{v_o - v_k}{v_o} = \frac{l_{он} \cdot \text{tg} \alpha}{v_o}, \quad (7)$$

где v_o - начальный (до штамповки) размер поперечного сечения полуматрицы;

v_k - конечный (после штамповки) размер поперечного сечения полуматрицы.

С учётом формул (5), (6) и соотношения $P_{заж} = 0,75 \cdot P_{шт}$, получаем:

$$l_{он} = \frac{0,75 \cdot v_o \cdot P_{шт}}{S_{заж} \cdot E \cdot \text{tg} \alpha}. \quad (8)$$

Затем приступают к выполнению второго модуля (М2).

В блоке 2.1 принимают величину сжатия упругого элемента равной величине ($l_{он}$) опускания полуматриц в процессе штамповки и определяют усилие ($P_{пр}$) противодействия (блок 2.2):

$$P_{пр} = P_{шт} - P_{заж} \cdot \text{tg} \alpha - T \cdot \cos \alpha. \quad (9)$$

Если окажется (блок 2.3), что величина усилия $P_{пр}$ больше 60 кН, [2], то выбирают устройство противодействия в виде кольце-

вых пружин (блок 2.10). Если условие блока 2.3 выполняется, то по усилию $P_{пр}$ выбирают геометрические параметры тарельчатых пружин. Количество (n) пружин находят из соотношения в блоке 2.5, в котором символ $f_{дон}$ означает допустимый прогиб тарельчатой пружины.

Далее (блок 2.6) проводят проверочный расчёт усилия ($P_{у.э.}$) сжатия упругого элемента по формуле [2]:

$$P_{у.э.} = \frac{\text{tg}^2 \beta \cdot f \cdot t}{n \cdot [1 - d / (1,5 \cdot D)]}, \quad (10)$$

где β - угол конусности тарельчатой пружины;

t - толщина листа пружины;

d, D - соответственно размеры диаметра отверстия и наружного диаметра пружины.

В блоке 2.7 проверяют условие

$P_{у.э.} \geq P_{пр}$; если условие не выполняется, т.е. упругий элемент недостаточно жесткий, то в блоке 2.8 добавляют в пакет одну тарельчатую пружину; количество пружин в пакете ограничивается значением «к» (блок 2.9). Если условие блока 2.9 удовлетворяется, то осуществляют перерасчёт усилия упругого элемента. Если количество тарельчатых пружин в пакете (пакетах) превысило значение «к», то в блоке 2.10 выбирают другое устройство противодействия в виде, например, кольцевых пружин [2].

На основе алгоритма составлена компьютерная программа, которая успешно опробована.

Выводы

1. Разработан двухмодульный оптимизационный алгоритм, позволяющий определять:

а) усилие зажима полуматриц, необходимое и достаточное для надёжного закрытия полости штампа;

б) усилие противодействия упругого элемента, размещённого под полуматрицами, обеспечивающего стабильность зажима полуматриц.

2. Алгоритм успешно реализован посредством компьютерной программы.

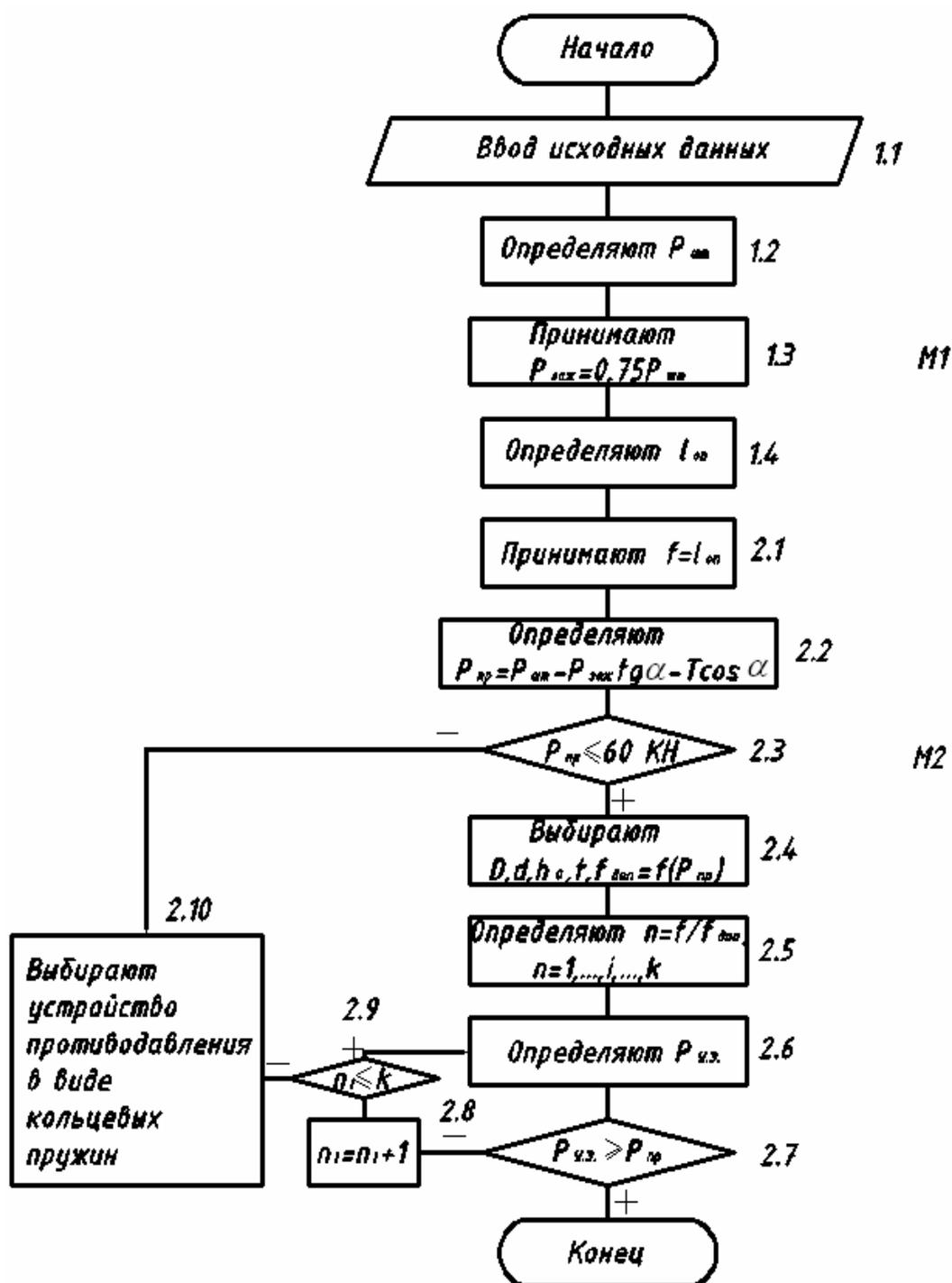


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма выбора и расчёта устройства противодействия штампа с разъёмной матрицей