



The experimental technology of the bimetallic point tool production, based on operation of arising of binding of cutting and tail parts by means of deformation through matrix of corresponding configuration is worked out.

А. В. АЛИФАНОВ, В. Г. КАНТИН, А. М. МИЛЮКОВА, ФТИ НАН Беларуси

УДК 621.79

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНЦЕВОГО БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

В ФТИ НАН Беларуси разработана опытная технология получения биметаллического концевго инструмента, в основу которого положена операция образования соединения режущей и хвостовой частей путем совместной деформации при выдавливании профильной режущей части через матрицу соответствующей конфигурации. Такой подход позволяет избежать многих негативных факторов, присущих методу получения неразъемного соединения сваркой трением, а также пайкой (применение экологически «грязных» компонентов, сложность, трудоемкость и т.д.).

Конструктивные элементы исходных заготовок должны одновременно учитывать как возможность прочного соединения в результате совместной деформации разнородных металлов, так и особенности процессов осадки, прошивки и выдавливания, последовательно или параллельно происходящих при образовании соединения.

На рис. 1 показана схема выдавливания биметаллического инструмента в начальной стадии процесса. Нагретая до температур 1000–1050 °С заготовка 3 из быстрорежущей стали помещается в контейнере 2 на матрицу 4. На заготовку 3 устанавливается хвостовик 1 из углеродистой стали, имеющий наконечник для прошивки длиной l и диаметром d . Под воздействием усилия пуансона (на рисунке он не показан) хвостовик внедряется в нагретую заготовку и выдавливает последнюю через матрицу.

В процессе получения соединения при горячем выдавливании по этой схеме возможно прохождение последовательно или параллельно нескольких операций обработки давлением: осадка нагретой заготовки до диаметра контейнера, осадка прошивающего наконечника длиной l , прошивка отверстия в нагретой заготовке, выдавливание заготовки через профильную матрицу, совместная деформация наконечника и заготовки при вхождении их в очаг пластической деформации.

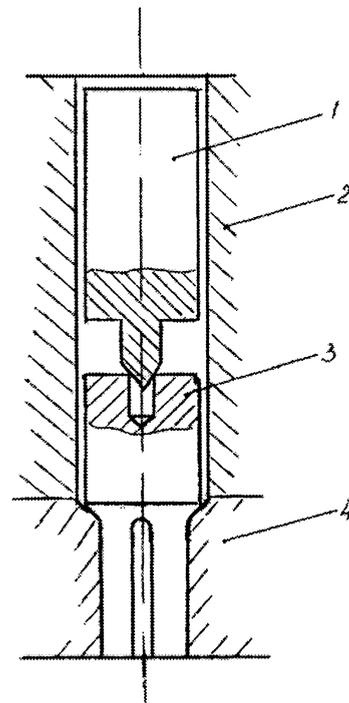


Рис. 1. Схема выдавливания биметаллического инструмента: 1 – хвостовик; 2 – контейнер; 3 – заготовка; 4 – матрица

Последовательность той или иной операций определяется из условия наименьшего усилия. Используя известные из теории обработки металлов давлением зависимости удельных усилий от геометрических соотношений формообразующего инструмента, заготовки и хвостовика, получаем следующие выражения [1].

1. Удельное усилие открытой прошивки:

$$P_{\text{о.пр}} = \sigma_s (1 + 1,1 \ln D/d + 1/6 d/l_1), \quad (1)$$

где σ_s – сопротивление деформированию; D – диаметр заготовки; d – диаметр прошивки (наконечника); l_1 – глубина прошивки.

С учетом того, что в пластическом состоянии находится не весь объем металла под прошивком,

а только небольшая его часть, примыкающая к торцу прошивня, принято считать, что эта толщина составляет $1/6d$. Тогда

$$P_{о.пр} = \sigma_s(2+1,1 \ln D/d). \quad (2)$$

Эта формула справедлива при $D/l_1 \leq 6$.

2. Удельное усилие закрытой прошивки.

Этот процесс возможен после осадки заготовки до размеров диаметра контейнера.

Полное усилие закрытой прошивки складывается из усилия p' , необходимого для течения металла в зазор между пуансоном и контейнером, и p'' , необходимого для осадки заготовки:

$$P_{з.пр} = p' + p''. \quad (3)$$

Определим p' и p'' :

$$p' = \sigma_s \frac{F}{f} \ln \frac{F}{F-f}, \quad (4)$$

где F — площадь заготовки; f — площадь поперечного сечения прошиваемого металла:

$$f = \frac{\pi}{4}(d^2 - d_1^2),$$

$$\begin{aligned} p'' &= \sigma_s \left[1 + \left(1 + \ln \frac{F}{f_k} \right) + \frac{1}{6} \frac{d}{h} \right] = \\ &= \sigma_s \left(2 + \ln \frac{F}{f_k} + \frac{1}{6} \frac{d}{h} \right), \end{aligned} \quad (5)$$

где $f_k = F - f$.

Полное удельное усилие закрытой прошивки при $h=1/6 d$ будет равно:

$$P_{з.пр} = \sigma_s \left[3 + \left(1 + \frac{F}{f} \right) \ln \frac{F}{\frac{F}{S} - 1} \right]. \quad (6)$$

3. Осадка прошивня:

$$P_{ос.пр} = \sigma_s(1+\mu/4 d/l), \quad (7)$$

где μ — коэффициент трения на торце прошивня. Для данных условий деформирования можно принять $\mu=0,2$.

4. Осадка заготовки в контейнере:

$$P_{ос.з} = \sigma_s(1+\mu/4 D/L), \quad (8)$$

где D, L — соответственно диаметр и длина заготовки.

5. Выдавливание заготовки через профильную матрицу.

Удельное усилие выдавливания складывается из удельных усилий на участках цилиндрического приемника (контейнера), формообразующего участка (заходной части) матрицы и участка постоянного профиля.

Будем рассматривать усилия на первых двух участках, поскольку полное усилие с учетом

трения на участке постоянного профиля не лимитирует процессы образования соединения быстрорежущей и углеродистой стали.

На участке цилиндрического приемника

$$P_1 = \sigma_s \frac{4\mu L}{D}. \quad (9)$$

На участке заходной части матрицы

$$P_2 = \left(\frac{\tau_k}{\sin \gamma} + \frac{2\sigma_s}{1 + \cos \gamma} \right) \ln \frac{F}{f_{пр}}, \quad (10)$$

где $\tau_k = \frac{\mu+0,5}{2} \sigma_s = 0,35\sigma_s$; γ — половина центрального угла; $f_{пр}$ — площадь поперечного сечения профиля выдавливаемого инструмента.

Сравнение энергетических затрат на рассмотренных операциях проводили при следующих конструктивных размерах заготовок хвостовой и режущей частей инструмента. В качестве экспериментальной проработки был принят метчик М12х1,5 средней серии. В связи с этим $D=13$ мм, $d=9$ мм, $l=12$ мм, $d_1=5$ мм, $l_1=10$ мм.

Расчеты показывают, что при открытой прошивке усилие P , определяемое площадью поперечного сечения прошиваемого металла, при $\sigma_s=40$ кг/мм² будет равно:

$$\begin{aligned} P_{о.пр} &= p_{о.пр} \cdot \left[\frac{\pi}{4}(81-25) \right] = 44,8 p = \\ &= 44,8 \cdot 2,4 \sigma_s = 4300 \text{ кг}, \end{aligned}$$

где $P_{о.пр}$ — удельное усилие открытой прошивки (см. (2)).

При закрытой прошивке

$$P_{з.пр} = p_{з.пр} \cdot 44,8 = 4,99 \sigma_s \cdot 44,8 = 8942 \text{ кг},$$

где $P_{з.пр}$ — удельное усилие закрытой прошивки (см. (6)).

При осадке прошивня

$$P_{ос.пр} = p_{ос.пр} \cdot 64,8 = 1,04 \sigma_s \cdot 80 \cdot 64,8 = 5391 \text{ кг},$$

где $\sigma_s=80$ кг/мм²; $P_{ос.пр}$ — удельное усилие осадки прошивня (см. (7)).

При осадке нагретой заготовки

$$P_{ос.з} = p_{ос.з} \cdot 0,8 \cdot 169 = 1,04 \sigma_s \cdot 0,8 \cdot 169 = 5624 \text{ кг},$$

где $p_{ос.з}$ — удельное усилие осадки заготовки (см. (8)).

При выдавливании на участке цилиндрического приемника

$$p_1 = \sigma_s \frac{2L}{D} = 5,38 \sigma_s. \quad (11)$$

При выдавливании на участке формообразования

$$p_2 = (0,35 \sigma_s + 1,17 \sigma_s) \ln 2 = 1,06 \sigma_s. \quad (12)$$

Общее усилие при выдавливании:

$$P_{в} = (p_1 + p_2) \cdot 0,8 \cdot 169 = 6,44 \cdot 40 \cdot 0,8 \cdot 169 = 34827 \text{ кг}.$$

Анализ усилий по операциям процесса пластической деформации биметаллического инструмента показывает, что в порядке возрастания усилия выдавливания заготовок располагаются в следующей последовательности:

- 1) открытая прошивка;
- 2) осадка прошивня;
- 3) осадка нагретой заготовки, закрытая прошивка;
- 4) формообразование с истечением деформируемого материала в полость матрицы.

Расчеты показывают, что для исключения осадки самого прошивня до внедрения его в тело заготовки необходимо в последней делать отверстие диаметром не менее 5 мм и глубиной на 1–2 мм меньше длины внедряемой части хвостовика.

Таким образом, технологическая последовательность операций изготовления биметаллических метчиков М12 методом горячего выдавливания может быть представлена в следующем укрупненном виде:

- изготовление хвостовика из стали 40Х;

- изготовление заготовки под выдавливание из стали Р6М5;
 - нагрев заготовки из стали Р6М5 до температуры 1000–1050 °С;
 - выдавливание в штампе хвостовика и заготовки через профильную матрицу;
 - высокий отпуск выдавленной биметаллической заготовки ($T=760$ °С, $t=60-120$ мин);
 - центрирование базовой поверхности диаметром профильной части заготовки;
 - токарная обработка выдавленной биметаллической заготовки (снятие припусков с хвостовой и профильной частей инструмента, проточка заборного конуса);
 - фрезерование квадрата на хвостовике;
 - закалка, отпуск;
 - шлифование резьбы на профильной части.
- Сравнение операций традиционной и новой технологий изготовления метчиков, приведенных в таблице, показывает, что предлагаемая технология исключает операции сварки, проточки грата и фрезерования канавок профиля метчика, но включает новую операцию горячего выдавливания.

Технологическая последовательность операций изготовления метчиков по традиционной и новой технологиям

Традиционная технология	Новая технология
Токарная	Токарная
Сварка трением	Горячее выдавливание
Удаление грата	Отжиг
Отжиг	Токарная
Центрование	Центрование
Токарная	Фрезерование квадрата
Фрезерование канавок	Термообработка (закалка, отпуск)
Фрезерование квадрата	Шлифование
Термообработка (закалка, отпуск)	Резьбошлифование
Шлифование	Заточка
Резьбошлифование	Клеймение
Заточка	
Клеймение	

Для упрощения расчета себестоимости можно считать, что (это подтверждает и практика) трудоемкости операций фрезерования канавок на многопозиционных станках-автоматах и горячего выдавливания заготовок примерно равны. Таким образом, новая технология имеет преимущество перед традиционной в части исключения трудо-

затрат на операции соединения хвостовой и режущей частей инструмента.

Коэффициент использования быстрорежущей стали (по новой технологи) составляет 0,75.

Литература

1. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. М.: Высш. шк., 1963.