

# РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОЛИКОВ ДЛЯ ЖЕСТКОГО КАЛИБРА

Г.А. Околович, А.Г. Околович

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

Для получения сложного профиля нами разработана технология волочения-прокатки стальной проволоки из стали 20Х13.

Переходом волочения называется ступень изменения размеров поперечного сечения металла при прохождении через одну волоку, обычно процесс волочения ведут в несколько переходов, при которых поперечные сечения заготовки, подвергающейся волочению, постепенно приближаются к сечению готового изделия, в зависимости от прочностных и пластических характеристик обрабатываемого металла; сложности конфигурации поперечного сечения изделия, вида смазки, способа ее подвода к деформационной зоне, продольного профиля волочильного канала и ряда других факторов. Все эти факторы в совокупности трудно учесть при определении силы волочения. Поэтому для стабильного протекания процесса необходимо, чтобы у протянутой части был определенный запас прочности.

Процесс волочения следует вести при оптимальных условиях, т. е. с минимальным числом переходов, при применении эффективных смазок, высококачественного волочильного инструмента, хорошо отрегулированного волочильного оборудования.

Для всех видов однократного волочения порядок расчета переходов аналогичен и сводится к следующему:

1. По ГОСТам или техническим условиям определяют величину поперечного сечения заданного изделия с учетом минусовых допусков; все дальнейшие расчеты ведут исходя из этого сечения, что позволяет учесть неизбежный износ канала волоки (ролика).

2. Согласно требованиям тех.условий (прочностные характеристики, качество поверхности, точность геометрии), а также стандартным размерам поперечного сечения прокатанных, литых, или прессованных заготовок, определяют форму и размеры начального сечения с учетом плюсовых допусков. Расчет, с учетом площади поперечного сечения изделия по минусовым допускам, а площади поперечного сечения заготовки – по плюсовым, позволяет определить максимальную величину общей вытяжки.

3. Определить предварительное значение средней вытяжки за один переход:

$$\lambda_{\text{ср}} = F_n / F_k,$$

где  $F_n$  – площадь поперечного сечения заготовки;  $F_k$  – площадь поперечного сечения готового изделия.

4. Строят линии течения металла от начального перехода к окончательному.

5. По линиям течения металла строят поперечные сечения переходов и проводят предварительный расчет их площадей. При этом учитывают следующее: с нарастанием степени общей деформации в процессе волочения (вследствие упрочнения металла) вытяжка за проход должна уменьшаться; отделочные переходы, в результате которых должна быть обеспечена минимальная неравномерность деформации и получены изделия с поверхностью высокого качества, следует осуществлять с уменьшенными значениями вытяжки.

Для нашего случая диаметр проволоки, из которой получают кольца заданного сложного профиля  $d=6$  мм.

Для определения вытяжки стального поршневого кольца в первом и последующих переходах используется геометрический способ расчета, который предполагает, вычерчивание профиля в увеличенном масштабе и далее нанесение на контур равномерной сетки из горизонтальных линий с шагом  $t = 2$  мм (рис. 1).

В этом случае площадь фигуры определяется по формуле:

$$F = \frac{t}{\mu^2} \sum_i^n h_i$$

где  $t$  – величина шага, мм;  $\mu$  – масштаб увеличения рисунка;  $h_i$  – текущая высота сечения, мм.

Принятая точность при рекомендуемом по литературе увеличении профиля в 30 – 50 раз дает погрешность до  $\pm 5\%$ , и делает процесс воспроизведения контура при нескольких переходах мало управляемым и чрезвычайно трудоемким.

Анализ результатов по величинам вытяжек показывает, что допустимая погрешность построений не должна превышать  $\pm 1\%$ , то есть должна быть повышена в несколько раз.

В нашем случае более рационально перейти к расчету и построению профилей с помощью ЭВМ. Это позволит не только получать однозначные, контролируемые размеры, но и огрублять результаты расчетов до значений, задаваемых возможностями изготовления инструмента.

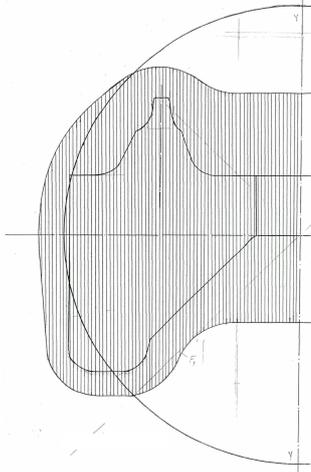


Рисунок 1 - Геометрический способ расчета площади первого перехода

Современные программные обеспечения инженера-конструктора дают много возможностей и одна из них это использование программы AutoCAD для определения площади переходов.

Построение и расчеты площади переходов проводились в программе AutoCAD 2006.

Расчеты начинаются с вычерчивания контура первого перехода в масштабе. Затем выделяем его командой регион. В верхнем меню выбираем параметр Инструмент/ Запрос /Область, выделяем контур и в командной строке получаем значение площади.

Истинная площадь фигуры определяется

$$F_{ист} = \frac{F_{рас}}{\mu^2}$$

где  $F_{рас}$  – рассчитанная площадь, мм;  $\mu$  – масштаб увеличения рисунка.

Далее назначаем число переходов и строим промежуточные переходы между первым контуром и контуром готового кольца. Для этого на контуре готового кольца наносим точки во всех характерных участках и восстанавливаем из этих точек плавные линии до пересечения с контуром первого перехода. Плавные линии должны проводиться таким образом, чтобы они были перпендикулярны

и линиям сечения кольца и линиям первого контура. Условно эти линии называют линиями течения металла.

Рассчитываем площади промежуточных переходов аналогично первому переходу.

Площадь сечения проволоки  $F_H = 28,27$  мм.

Площадь сечения первого перехода:

$$F_1 = 22,12 \text{ мм}$$

Рассчитаем вытяжку на первом переходе:

$$\lambda_1 = F_H / F_1 = 28,274 / 22,12 = 1,28$$

Построив линии течения металла и остальные переходы, рассчитываем их площади и коэффициенты вытяжки:

$$F_2 = 17,51 \text{ мм}; \lambda_2 = F_1 / F_2 = 22,12 / 17,453 = 1,26$$

$$F_3 = 14,27 \text{ мм}; \lambda_3 = F_2 / F_3 = 17,453 / 15,48 = 1,23$$

$$F_4 = 11,8 \text{ мм}; \lambda_4 = F_3 / F_4 = 15,48 / 13,815 = 1,21$$

$$F_5 = 9,81 \text{ мм}; \lambda_5 = F_4 / F_5 = 13,815 / 10,164 = 1,20$$

$$F_6 = 8,73 \text{ мм}; \lambda_6 = F_5 / F_6 = 10,164 / 8,73 = 1,12$$

Рассчитываем величину относительного обжатия:

$$e_1 = (F_H - F_1 / F_H) \cdot 100\% = (28,274 - 22,12 / 28,274) \cdot 100\% = 21,755\%$$

$$e_2 = (F_1 - F_2 / F_1) \cdot 100\% = (22,12 - 17,51 / 22,12) \cdot 100\% = 20,841\%$$

$$e_3 = (F_2 - F_3 / F_2) \cdot 100\% = (17,51 - 14,27 / 17,51) \cdot 100\% = 18,504\%$$

$$e_4 = (F_3 - F_4 / F_3) \cdot 100\% = (14,27 - 11,8 / 14,27) \cdot 100\% = 17,309\%$$

$$e_5 = (F_4 - F_5 / F_4) \cdot 100\% = (11,8 - 9,81 / 11,8) \cdot 100\% = 16,864\%$$

$$e_6 = (F_5 - F_6 / F_5) \cdot 100\% = (9,81 - 8,73 / 9,81) \cdot 100\% = 11,01\%$$

Проведем проверочный расчет:

$$\lambda_{ОБ} = F_H / F_6 = 28,27 / 8,73 = 3,24$$

$$\lambda_{СР} = \sqrt[5]{\lambda_{ОБ}} = \sqrt[5]{3,24} = 1,27$$

$$\lambda_{ФАКТ} = \sqrt{\lambda_{СР}} = 1,13$$

$$e_{ФАКТ} = \ln \lambda_{ФАКТ} = 0,1222$$

$$e_{ДЕЙСТВ} = \ln \lambda_{ДЕЙСТВ} = \ln \lambda_6 = 0,1133$$

$$e_{ФАКТ} = 0,1222 > e_{ДЕЙСТВ} = 0,1133$$

Поскольку  $e_{ДЕЙСТВ}$  не превышает

$e_{ФАКТ}$ , то заданные формоизменения можно считать правильными и на их основании выполнять проектирование рабочего инструмента – волочильных роликов.

#### Выводы

1. Выполнены математические расчеты переходов волочения для получения заданного профиля.

2. По расчетам разработана конструкторская документация и спроектированы волочильные ролики для жесткого калибра.