

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ДВУХКЛЕТЬЕВЫЕ КОВОЧНЫЕ ВАЛЬЦЫ

Григорий Дмитриевич Григоренко

Студент 5 курса,

кафедра «Технологии обработки давлением»,

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Езжев А.С.,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки давлением»,

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Ковочные вальцы широко применяются при изготовлении заготовок различных деталей. Вальцовка применяется с целью приближения формы заготовки к форме готовой детали, что дает значительную экономию металла при последующей штамповке. В настоящей статье рассмотрены вопросы технологии изготовления заготовок и конструкции автоматических вальцев, встраиваемых в автоматическую линию.

Вальцы предназначены для изготовления гаечного ключа 14х17.

На рис. 1 показан чертеж гаечного ключа.

В программном комплексе QForm был смоделирован процесс вальцовки детали на первом, втором переходе и окончательной штамповки. На рис. 2 показаны форма заготовки после первого и второго перехода. Полученные технологические параметры (сила, форма, размеры) использованы в качестве исходных для разработки автоматических ковочных вальцев.

Чертеж детали.

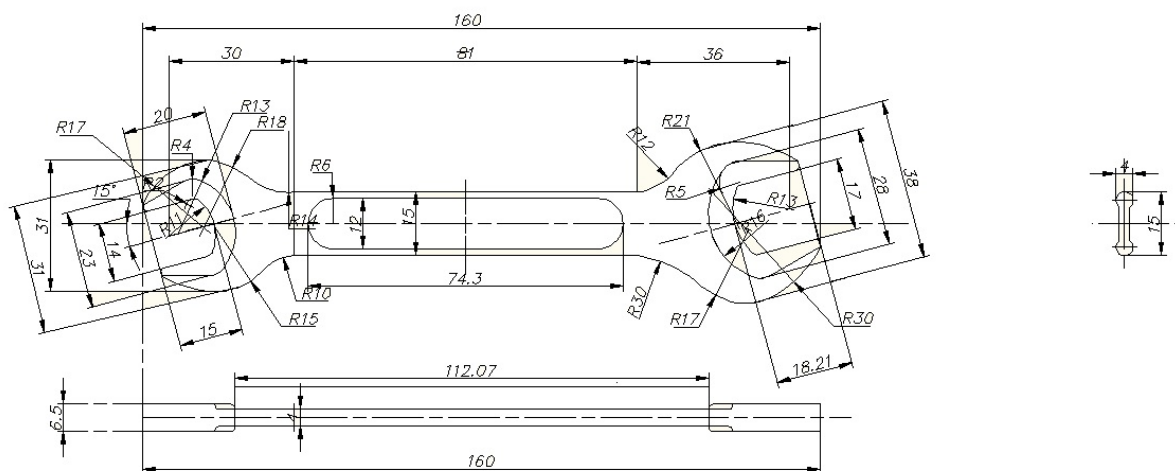


Рис. 1. Чертеж гаечного ключа

По полученным размерам заготовки определяем характеристики привода.

$L=118$ мм – длина заготовки.

$D=22$ мм – диаметр заготовки.

$h_1=11$ мм – высота провальцованной заготовки.

$b_1=27$ мм – ширина провальцованной заготовки.

$D_0=210$ мм – диаметр валков.

$\mu=0.6$ – коэффициент трения.

$n=15$ об/мин – количество оборотов валков в минуту.

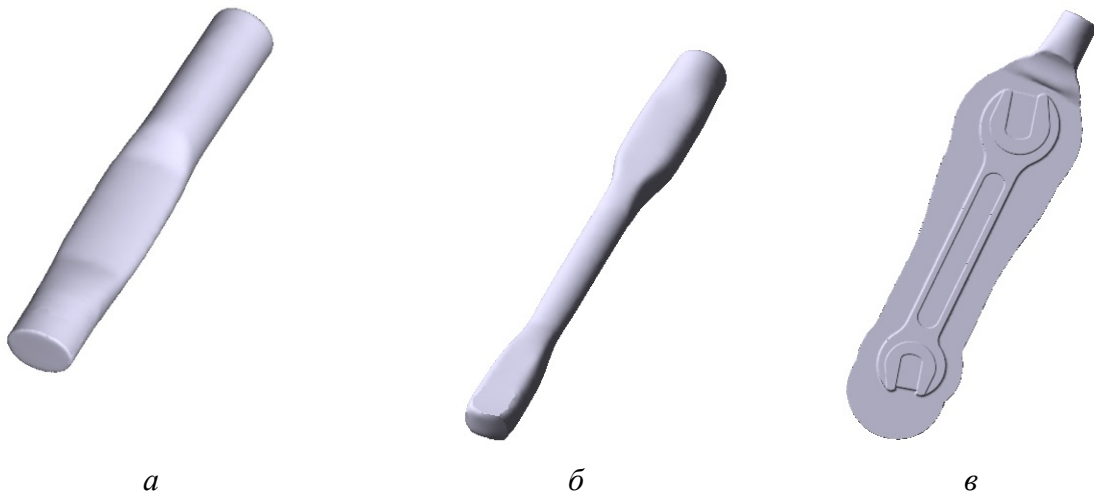


Рис. 2. Моделирование техпроцесса штамповки гаечного ключа в QForm 3D:
а — первый переход вальцовки; б — второй переход вальцовки;
в — окончательная штамповка

Найдем величину угла захвата заготовки валками:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{\Delta h}{4 \cdot R_p}}$$

$$\Delta h = D - h_1 = 22 - 10 = 12 \text{ мм.}$$

$$R_p = \frac{1}{2} \cdot (D_0 - h_1) = \frac{1}{2} \cdot (210 - 10) = 100 \text{ мм.}$$

$$\alpha = \left(\arcsin \sqrt{\frac{12}{4 \cdot 100}} \right) \cdot 2 = 20^\circ$$

Длина очага деформации:

$$l = \sqrt{\Delta h \cdot R_p} = \sqrt{12 \cdot 100} = 34,6 \text{ мм.}$$

Предельное абсолютное обжатие:

$$\Delta h_{max} = 4 \cdot R_p \cdot \sin^2 \frac{\alpha_{max}}{2} = 4 \cdot R_p \cdot \left(\frac{1 - \cos \alpha_{max}}{2} \right)$$

Принимая предельно допустимый угол захвата $\alpha_{max} = 33^\circ \dots 35^\circ$ получим:

$$\Delta h_{max} = 4 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1 - \cos(34^\circ)}{2} \right) = 34 \text{ мм.}$$

Определим опережение металла при вальцовке:

$$S = \gamma^2 \cdot \frac{R_p}{h_1} \cdot 100\%$$

γ — критический угол, делящий очаг деформации на зоны отставания и опережения.

$$\gamma = q \cdot \frac{\alpha}{2} \left(1 - \frac{\alpha}{2 \cdot \mu} \right)$$

q — коэффициент, учитывающий неравномерность деформации металла.

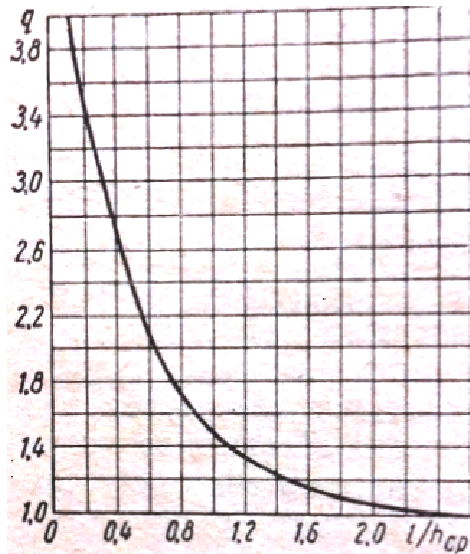


Рис. 3. График, для определения
неравномерность деформации металла

$$h_{cp} = \frac{1}{2} \cdot (D + h_1) = \frac{1}{2} \cdot (22 + 10) = 16 \text{ мм.}$$

$$\frac{l}{h_{cp}} = \frac{36,4}{16} = 2,27 \rightarrow q = 1$$

$$\gamma = 1 \cdot \frac{0,25}{2} \left(1 - \frac{0,25}{2 \cdot 0,6} \right) = 0,1$$

Окончательно получим:

$$S = 0,1^2 \cdot \frac{100}{10} \cdot 100\% = 10\%$$

Определим номинальную силу, действующую на заготовку:

При первом проходе.

$$b_{cp} = \frac{1}{2} \cdot (D + b_1) = \frac{1}{2} \cdot (22 + 27) = 24,5 \text{ мм} - \text{средняя ширина}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{D} = \frac{12}{22} = 0,54 \text{ степень деформации}$$

Скорость деформации:

$$\varepsilon_0 = 0,105 \cdot n \cdot \sqrt{\varepsilon \cdot \frac{R_p}{D}} = 0,105 \cdot 15 \cdot \sqrt{0,54 \cdot \frac{100}{22}} = 2,41 / \text{сек}$$

При температуре 1200° и скорости деформации 2,4 1/сек

Удельное давление при вальцовке можно определить по формуле:

$$p = 1,08 \cdot \sigma_s \cdot n_\sigma = 1,08 \cdot 50 \cdot (2,5 \dots 3) = 135 \dots 162 \text{ МПа}$$

Усилие при вальцовке:

$$P = p \cdot b_{cp} \cdot l = 148,5 \cdot 24,5 \cdot 36,4 = 132,5 \text{ кН}$$

При вальцовке без заусенца

Момент при вальцовке:

$$M = 2 \cdot P \cdot l \cdot \varphi = 2 \cdot 132,5 \cdot 0,0364 \cdot 0,42 = 4,05 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

При втором проходе.

Предельные размеры заготовки после 2-го прохода:

$$\Delta h = b_1 - h_1 = 27 - 10 = 17 \text{ мм}$$

$$l = \sqrt{\Delta h \cdot R_p} = \sqrt{16 \cdot 100} = 41,2 \text{ мм.}$$

$$b_{cp} = \frac{1}{2} \cdot (10 + 15) = 12,5 \text{ мм. — средняя ширина}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{b_1} = \frac{16}{27} = 0,6 \text{ степень деформации}$$

Скорость деформации:

$$\varepsilon_0 = 0,105 \cdot n \cdot \sqrt{\varepsilon \cdot \frac{R_p}{D}} = 0,105 \cdot 15 \cdot \sqrt{0,6 \cdot \frac{100}{27}} = 2,34 \text{ 1/сек}$$

При температуре 1200^0 и скорости деформации 2,4 1/сек $\sigma_s = 50 \text{ МПа}$

Удельное давление при вальцовке можно определить по формуле:

$$p = 1,08 \cdot \sigma_s \cdot n_\sigma = 1,08 \cdot 50 \cdot (2,5 \dots 3) = 135 \dots 162 \text{ МПа}$$

Усилие при вальцовке:

$$P = p \cdot b_{cp} \cdot l = 148,5 \cdot 12,5 \cdot 41,2 = 74,47 \text{ кН}$$

При вальцовке без заусенца $\varphi = 0,42$

Момент при вальцовке:

$$M = 2 \cdot P \cdot l \cdot \varphi = 2 \cdot 74,47 \cdot 0,0412 \cdot 0,42 = 2,57 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Техническая характеристика ковочных вальцев:

1. Число клетей, шт.....2
2. Номинальная сила, кН.....130
3. Число оборотов валков, об/мин.....15
4. Наружный диаметр валков, мм.....200
5. Расстояние между осями валков, мм.....210
6. Расстояние между клетями валков, мм
 - минимальное480
 - максимальное.....5
7. Мощность привода, кВт.....11

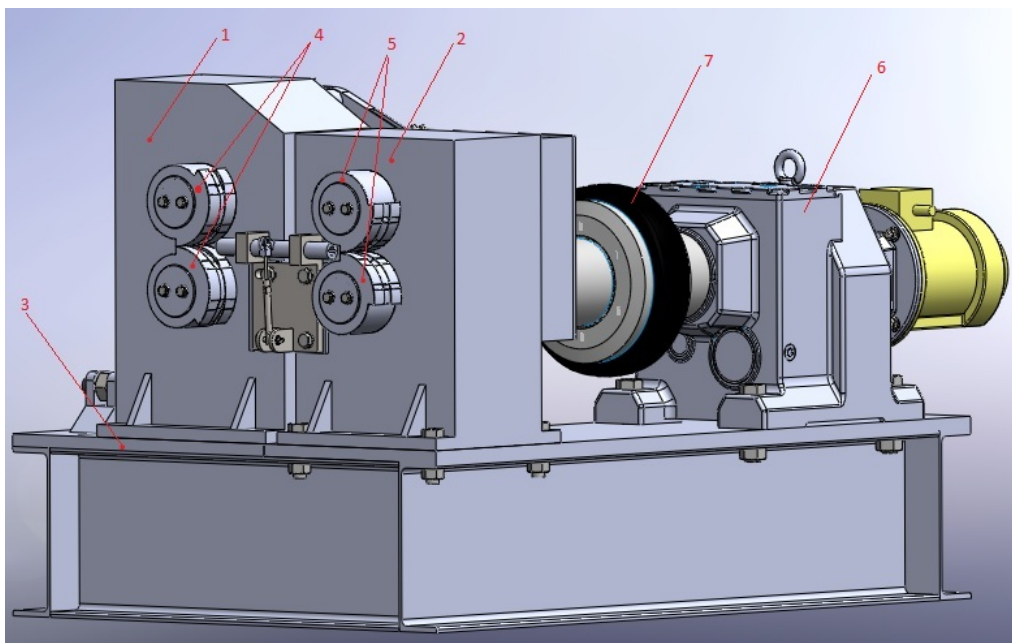


Рис. 4. Общий вид ковочных вальцев

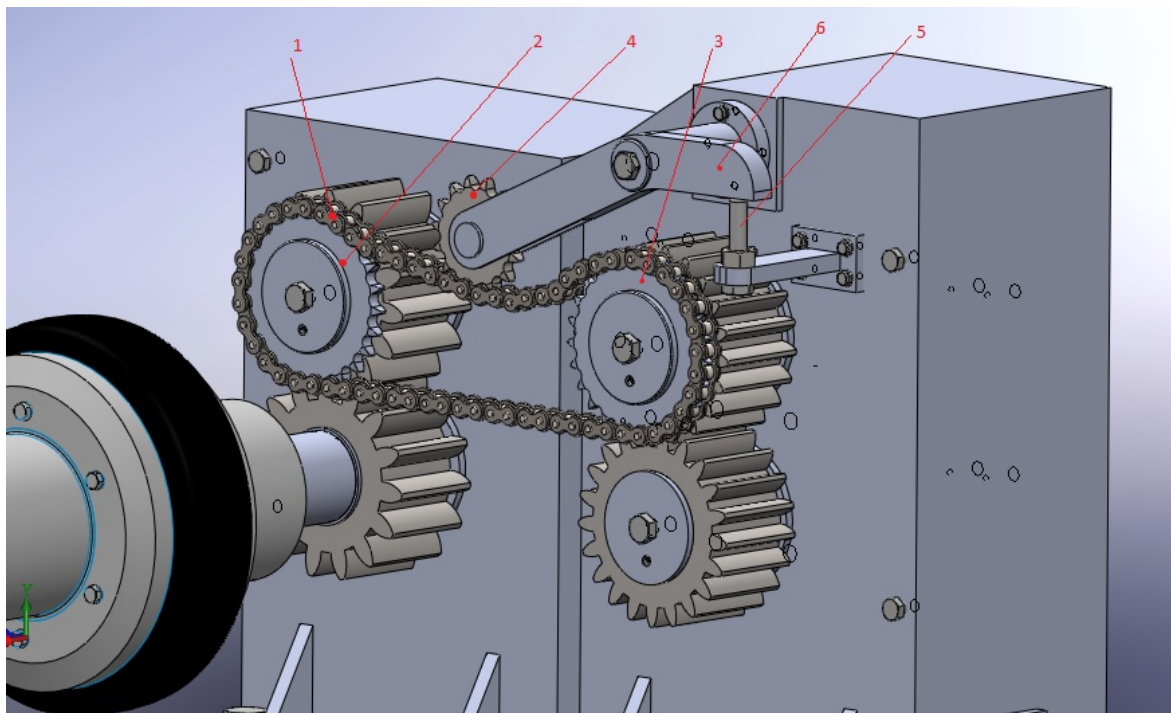


Рис. 5. Механизм передачи движения между двумя клетями вальцев

На рис. 4 показан общий вид ковочных вальцев. Ковочные вальцы состоят из двух клеток 1 и 2, объединенных общим приводом. Клеть 1 является подвижной, а клеть 2 - неподвижной, что позволяет регулировать расстояние между ними. Положение подвижной клетки регулируется винтовым механизмом. Клетки установлены на общей плите 3. В станинах каждой клетки размещены приводные валы, на концах которых закреплены рабочие валки 4 и 5.

Привод вальцев осуществляется от мотор-редуктора 6, выходной крутящий момент которого равен 6500 Нм. Этот момент передается через упругую торообразную муфту 7 на нижний приводной вал. Нижний и верхний приводные валы каждой клетки связаны между собой через зубчатую передачу

На рис. 5 представлен механизм передачи движения между двумя клетями вальцев.

С целью регулирования расстояния между клетями кинематическая связь между ними осуществляется цепной передачей 1. Длина цепи позволяет регулировать расстояние между звездочками 2, 3 путем изменения величины прогиба ведущей ветви. Для фиксации необходимого прогиба цепи предусмотрена промежуточная звездочка 4. Положение этой звездочки регулируется упором 5, воздействующим на плечо рычага 6.

На рис. 6 показано устройство передачи и кантования заготовок, установленное между двумя клетями. Это устройство состоит из кронштейна 1, на котором закреплен качающийся пневмоцилиндр 2, приводящий в движение кантователь 3 и неподвижные направляющие втулки 4.

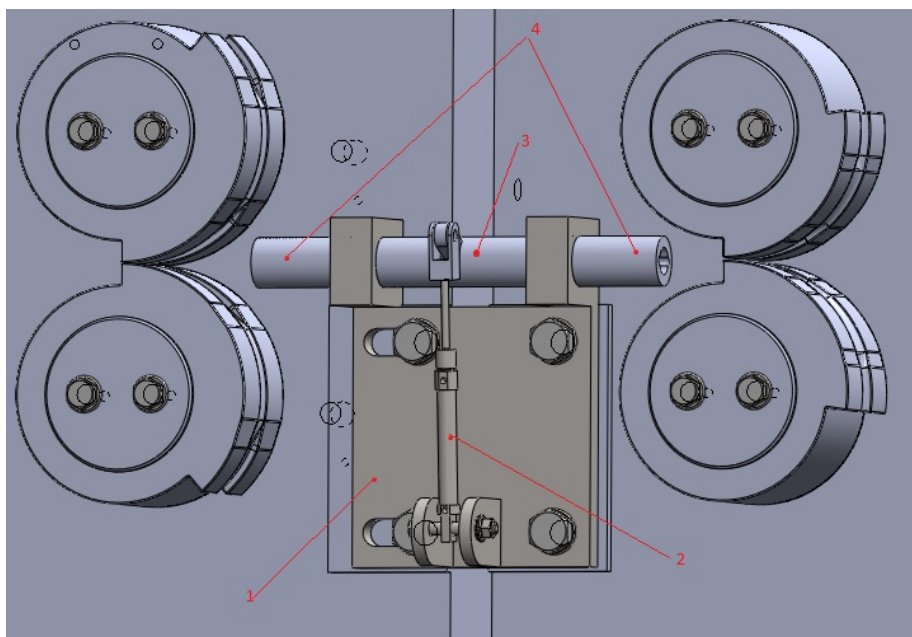


Рис. 6 Устройство передачи и кантования заготовок

На рис. 7 показан кантователь в разрезе.

В соответствии с полученными данными программного комплекса QForm определен внутренний профиль направляющих втулок и кантователя, соответствующий положению заготовки при выходе из первой клетки и на входе ее во вторую клеть.

При выходе из первой клетки заготовка попадает в неподвижную направляющую втулку 4 в положении, показанном в сечении В-В и далее в кантователь (см. сечение С-С). Пневмоцилиндр поворачивает кантователь на 90 градусов и заготовка занимает положение, показанное в сечении D-D, соответствующее профилю направляющей на входе во вторую клеть.

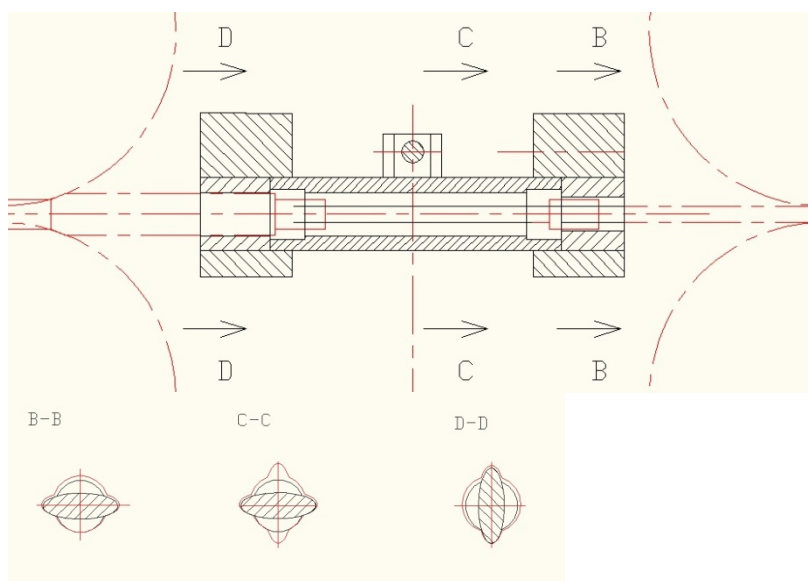


Рис. 7. Кантователь

В заключении следует отметить отличительные особенности разработанных ковочных вальцев, встраиваемых в автоматическую линию. Во-первых, это способ подачи заготовок, когда каждая предыдущая заготовка толкает последующую, во-вторых, регулировка расстояния между клетями и, в-третьих, кантовка заготовок на участке перехода от первой клетки ко второй.

Литература

1. *В.К. Смирнов.* Вальцовка заготовок под штамповку. - М.: Машиностроение, 1964. -120 с.
2. *А.Н. Банкетов, Ю.А. Бочаров, Н.С. Добринский* и др. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник для машиностроительных вузов под ред. *А.Н. Банкетова, Е.Н. Ланского.*-2-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1982.-576 с.
3. *Дунаев П.Ф.* Конструирование узлов и деталей машин: Учеб.пособие для студ. техн. спец. вузов / *П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов.*-8-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский центр