

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 15498

(13) С1

(46) 2012.02.28

(51) МПК

B 21K 5/16 (2006.01)

B 21J 13/02 (2006.01)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА КЛЮЧА ГАЕЧНОГО ДВУСТОРОННЕГО ТОРЦОВОГО С ВНУТРЕННИМ ШЕСТИГРАННИКОМ ИЗОГНУТОГО

(21) Номер заявки: а 20090683

(22) 2009.05.12

(43) 2010.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Клушин Валерий Александрович; Ковальчук Олег Николаевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

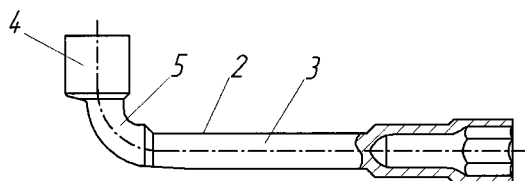
(56) ГОСТ 25788-83 Ключи гаечные торцовые с внутренним шестигранником изогнутые.

ВУ а 20070832, 2009.

RU 2114727 С1, 1998.

(57)

Способ изготовления ключа гаечного двустороннего торцового с внутренним шестигранником изогнутого, при котором выполняют формообразование на каждой из сторон исходной заготовки двух ступеней: головки ключа и прилегающей к ней ступени с образованием внутреннего шестигранника и глухого отверстия, протачивают наружную поверхность заготовки, фрезеруют одну из прилегающих к головке ключа ступеней до вскрытия полости в глухом отверстии, производят индукционный нагрев зоны изгиба заготовки и гибку в штампе с поворотными полуматрицами, причем при гибке заготовку укладывают в полуматрицы штампа, установленные на осях без возможности смещения в направлении перемещения отгибаемых элементов заготовки ключа гаечного, и фиксируют ее положение по заднему упору вскрытой полостью для обеспечения возможности смещения отгибаемых элементов по ручьевым калибрам полуматриц вверх.



Фиг. 4

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано при разработке малоотходных процессов формообразования стержневых изделий, преимущественно ключей торцовых изогнутых, и других деталей типа стержней с утолщением на одном или на обоих концевых участках с глубокими глухими полостями, изогнутых под прямым углом малым радиусом.

Конструктивной особенностью ключей гаечных двусторонних торцовых с внутренним шестигранником изогнутых является наличие стержневой части и расположенных на тор-

цах двухступенчатых утолщений с глухими полостями переменного сечения, имеющими значительную глубину. Одна из полостей на ступени, примыкающей к стержневой части ключа, вскрыта. Ключ изогнут под прямым углом небольшим радиусом в зоне ступени с вскрытой полостью. Наличие глубоких полостей и малый радиус изгиба ключа уменьшают его массу, сохраняя при этом требуемые прочностные и эксплуатационные показатели изделия. Изгиб ключа под прямым углом или под углом, близким к значению 90° , со стороны противоположной вскрытой полости расширяет технологические возможности ключа, в частности, благодаря возможности использования при работе со шпильками.

Известен способ производства ключа гаечного торцового с внутренним шестигранником изогнутого (технические требования по ГОСТ 25788-83), включающий формообразование головки ключа, индукционный нагрев зоны изгиба полуфабриката ключа и гибку в штампе с поворотными полуматрицами [1].

Известным способом получают ключи для монтажа колес и других работ по ремонту автотракторной техники. Отличительной особенностью конструкции ключа является то, что он имеет одну головку с внутренним шестигранником, формообразуемую из прутковой круглой заготовки. Изгиб полуфабриката ключа осуществляют в стержневой зоне под прямым углом большим радиусом в штампе с поворотными полуматрицами, выполненными в виде роликов.

Недостаток известного способа заключается в ограниченных возможностях, так как гибку можно осуществлять лишь на стержневых участках значительной длины большим радиусом, способ, например, не может быть использован для производства ключей гаечных двусторонних торцовых с внутренним шестигранником изогнутых, имеющих многоступенчатую форму. В указанных ключах изгиб производят на прилегающей к головке ступени ограниченной длины, поэтому радиус изгиба, из конструктивных и технологических соображений, имеет минимально возможное значение, а гибку производят с предварительным нагревом изгибаемой зоны.

Кроме того, в случае изгиба стержней, труб и желобообразных профилей под прямым углом небольшим радиусом в зоне изгибаемой ступени, в ее внешних выпуклых слоях, могут быть достигнуты предельные значения растягивающих напряжений, что приводит к разрыву материала изгибаемого полуфабриката.

В качестве прототипа выбран способ [2] изготовления ключа гаечного двустороннего торцового с внутренним шестигранником изогнутого, при котором выполняют формообразование на каждой из сторон исходной заготовки двух ступеней: головки ключа и прилегающей к ней ступени с образованием внутреннего шестигранника и глухого отверстия, протачивают наружную поверхность заготовки, фрезеруют одну из прилегающих к головке ключа ступеней до вскрытия полости в глухом отверстии, производят индукционный нагрев зоны изгиба заготовки и гибку в штампе с поворотными полуматрицами.

В соответствии с известным способом [2] поковку ключа гаечного изготавливают с использованием комбинированных методов обработки металлов давлением, включающих предварительное профилирование исходных заготовок поперечно-клиновой прокаткой (ПКП) и последующую штамповку на ГКМ за два перехода. На первом переходе выполняют предварительное формообразование головки ключа с прошивкой отверстия для последующего формообразования внутреннего шестигранника, а на втором - окончательное формообразование головки ключа с внутренним шестигранником и прилегающей к головке ступени путем ее глубокой прошивки.

В дальнейшем протачивают наружную поверхность заготовки, фрезеруют одну из прилегающих к головке ключа ступеней до вскрытия полости в глухом отверстии, производят индукционный нагрев зоны изгиба заготовки и гибку в штампе с поворотными полуматрицами.

Поворотные полуматрицы выполняют в виде поворотных рычагов или роликов [3].

Указанный способ широко используют при холодной гибке труб диаметром до 350 мм на гидравлических станках [3] и при гибке круглых профилей и труб малого диаметра в штампах [4].

Холодную гибку труб производят путем укладки труб на две опоры и приложения изгибающего момента к середине трубы. Опоры выполняют таким образом, чтобы они могли поворачиваться вокруг своих осей по мере изгиба трубы. Увеличение угла изгиба достигают путем последовательных перемещений трубы и осуществления гибки по участкам, при этом гибочный сегмент должен выдвигаться только на такую длину, при которой величина изгиба не превосходила бы длины ручья гибочного диска [3].

При гибке в штампе с роликами поперечное сечение трубы сильно деформируется. Толщина стенки с наружной стороны уменьшается, а с внутренней - увеличивается. При гибке с наполнителем или оправкой сечение трубы остается круглым, но разностенным. При гибке без наполнителя сечение трубы сплющивается и приобретает овальную форму. При гибке тонкостенных труб происходит образование складок с внутренней стороны колена в результате потери устойчивости [4].

Гибка заготовок ключей с желобообразным профилем поперечного сечения изгибаемой ступени на экспериментальном штампе по способу гибки на двух опорах показала, что в процессе изгиба, особенно малым радиусом и на большой угол, происходит искажение профиля и утонение стенок, вплоть до их разрыва по наружной поверхности из-за достижения предельных значений растягивающих напряжений.

Таким образом, недостаток известного способа изготовления ключа гаечного двустороннего торцового с внутренним шестигранником изогнутого заключается в том, что при гибке заготовки ключа во внешних выпуклых слоях зоны изгиба имеют место значительные растягивающие напряжения, которые приводят к искажению профиля, утонению стенок и разрыву материала на наружных поверхностях.

Кроме того, заготовка в процессе гибки перетягивается через опоры в направлении изгиба, что приводит к дополнительной кривизне отгибаемых элементов. При больших углах изгиба заготовка может отходить в центральной части от пуансона и деформироваться по радиусу свободного изгиба.

В основу изобретения положена задача повышения качества ключей торцовых изогнутых за счет обеспечения оптимальных технологических режимов в процессе деформации изгиба путем снижения во внешних выпуклых слоях зоны изгиба растягивающих напряжений.

Поставленная задача достигается тем, что в способе изготовления ключа гаечного двустороннего торцового с внутренним шестигранником изогнутого, при котором выполняют формообразование на каждой из сторон исходной заготовки двух ступеней: головки ключа и прилегающей к ней ступени с образованием внутреннего шестигранника и глухого отверстия, протачивают наружную поверхность заготовки, фрезеруют одну из прилегающих к головке ключа ступеней до вскрытия полости в глухом отверстии, производят индукционный нагрев зоны изгиба заготовки и гибку в штампе с поворотными полуматрицами, при гибке заготовку укладывают в полуматрицы штампа, установленные на осях без возможности смещения в направлении перемещения отгибаемых элементов заготовки ключа гаечного, и фиксируют ее положение по заднему упору вскрытой полостью для обеспечения возможности смещения отгибаемых элементов по ручьевым калибрам полуматриц вверх.

Отличительные признаки и технический результат находятся между собой в причинно-следственной связи, т.е. совокупность новых признаков с неочевидностью позволяет улучшать качество изделия за счет обеспечения оптимальных технологических режимов в процессе деформации изгиба, исключая разрыв материала во внешних выпуклых

слоях зоны изгиба, что свидетельствует о соответствии способа критерию "изобретательский уровень".

Технический результат заявленного объекта проявляется в оптимизации режимов деформации при изгибе заготовки ключа гаечного двустороннего торцового с внутренним шестигранником за счет того, что при гибке заготовку укладывают в полуматрицы штампа, которые установлены на осях без возможности смещения в направлении перемещения отгибаемых элементов заготовки ключа, и фиксируют ее положение по заднему упору вскрытой полостью для обеспечения возможности смещения отгибаемых элементов по ручьевым калибрам полуматриц вверх.

При гибке заготовки на наружных поверхностях недеформируемых ступеней изгибаемого ключа, сопрягаемых с калибрами поворотных полуматриц, возникают дополнительные сжимающие силы с внецентренным приложением в направлении зоны очага изгиба путем сопротивляющегося действия сил контактного трения.

Для лучшего понимания изобретения его поясняют технологическими переходами изготовления и схемами деформации изгиба полуфабриката ключа, где:

фиг. 1 - исходная заготовка;

фиг. 2 - поковка ключа после формообразующих операций обработки давлением;

фиг. 3 - заготовка ключа после механической обработки;

фиг. 4 - готовое изделие - ключ гаечный двусторонний торцовый с внутренним шестигранником изогнутый;

фиг. 5 - схема деформации изгиба заготовки ключа по известной технологии, исходное положение;

фиг. 6 - схема деформации изгиба заготовки ключа по известной технологии, конечное положение;

фиг. 7 - схема деформации изгиба заготовки ключа по заявляемой технологии, исходное положение;

фиг. 8 - схема деформации изгиба заготовки ключа по заявляемой технологии, конечное положение;

фиг. 9 - схема, реализующая операцию гибки заготовки ключа по заявляемому способу, исходное положение;

фиг. 10 - схема, реализующая операцию гибки заготовки ключа по заявляемому способу, конечное положение.

Способ поясняют на примере изготовления ключа гаечного двустороннего торцового с внутренним шестигранником изогнутого по известной и заявленной технологиям.

В качестве исходной заготовки 1 (фиг. 1) в известной и заявленной технологиях используют заготовку требуемых длины и механических свойств, полученную путем отрезки из металлопроката (например, из стали горячекатаной круглой 40 ХН).

Учитывая, что ключ с изогнутой осью, вначале получают заготовку 2 ключа по чертежу его геометрической развертки (фиг. 2).

Заготовку 2 ключа (фиг. 2) получают путем предварительного профилирования исходной заготовки 1 (фиг. 1) поперечно-клиновой прокаткой и последующей штамповки каждого из концов профилированной заготовки на горизонтально-ковочной машине за 2-3 перехода.

При прокатке исходной заготовки 1 (фиг. 1) осуществляют раскатку срединного участка 3 заготовки 2 и предварительное формообразование двух ступеней на каждой из сторон: головки ключа и прилегающей к ней ступени. При последующей штамповке на ГКМ осуществляют окончательное формообразование головок 4 ключа с внутренними шестигранниками и прилегающими ступенями 5 с глухими отверстиями (фиг. 2).

BY 15498 C1 2012.02.28

Затем осуществляют механическую обработку заготовки 2 ключа торцового в соответствии с чертежом развертки путем протачивания по наружным поверхностям и фрезерования одной из примыкающей к головке ключа ступени для вскрытия полости 6 (фиг. 3).

Далее осуществляют нагрев зоны изгиба ступени 5 с вскрытой полостью 6 заготовки 2 в индукторе индукционного нагревательного устройства до температуры 700-850 °С, превышающей порог рекристаллизации на 50-100 °С, и гибку в штампе с поворотными матрицами (фиг. 4).

Нагрев до более высоких температур нежелателен из-за расширения зоны нагрева, что может привести к деформации головки ключа, контактирующей при изгибе полуматрицы с калибром полуматрицы.

По известной технологии (фиг. 5, 6) заготовку 2 торцового ключа укладывают в полуматрицы 7 и 8, фиксируя ее положение по переднему упору 9 (торец калибра ручья в полуматрице 7) торцом головки 4 заготовки 2.

В процессе изгибания ступени 5 заготовки 2 пуансоном (на фиг. 5, 6 не показан) по оси приложения усилия P (фиг. 5) полуматрицы поворачиваются вокруг своих осей, при этом отгибаемые элементы заготовки 3 и 4 остаются в ручьях полуматриц, прижатые усилием гибки, и смещаются (фиг. 6) по калибрам полуматриц вниз на величину S_1 в направлении движения пуансона.

Силы трения на контактных поверхностях калибров полуматриц 7, 8 и недеформируемых ступеней 3, 4 в этом случае имеют негативный характер, так как увеличивают напряжения во внешних растянутых волокнах ступени, что может приводить к возникновению в наружных слоях изгибаемой зоны предельных значений растягивающих напряжений, вызывающих разрыв материала.

Смещение отгибаемых элементов вниз в направлении движения пуансона в известном способе предопределено положением осей (координаты x , y , фиг. 5) вокруг которых поворачиваются полуматрицы.

Координаты x и y , определяющие положение центров вращения полуматриц 7, 8 в прототипе (фиг. 5) и полуматриц 10, 11 в предлагаемом способе (фиг. 7), даны относительно начала координат - пересечения осей заготовки и направления приложения усилия, осей X и Y .

По новой технологии (фиг. 7, 8) заготовку 2 торцового ключа укладывают в полуматрицы 10, 11 штампа, установленные на осях без возможности смещения в направлении перемещения отгибаемых элементов заготовки ключа гаечного, и фиксируют ее положение по заднему упору 12 вскрытой полостью 6 для обеспечения возможности смещения отгибаемых элементов 3, 4 по ручьевым калибрам полуматриц вверх.

В процессе изгибания ступени 5 заготовки 2 пуансоном (на фиг. 7, 8 не показан) по оси приложения усилия P (фиг. 7) полуматрицы так же, как и в известном способе, поворачиваются вокруг своих осей, однако при этом отгибаемые элементы 3 и 4 заготовки 2, будучи прижатыми к полуматрицам, смещаются по ручьевым калибрам полуматриц вверх на величину S_2 (фиг. 8) - главное отличие заявляемой технологии. Контактное трение, возникающее при перемещении отгибаемых элементов 3 и 4 по калибрам полуматриц вверх, приводит к образованию сил трения позитивного характера, направленных на увеличение изгибающего момента и уменьшение растягивающих напряжений на внешней стороне изгибаемой зоны изделия.

На фиг. 9 и 10 показаны схемы, реализующие операцию гибки заготовки ключа по новому способу изготовления ключа гаечного двустороннего торцового с внутренним шестигранником изогнутого (для ключа $S19$ - радиус пуансона $R_{п} = 7$ мм, $R_{изг} = 18,75$ мм; для ключа $S27$ - радиус пуансона $R_{п} = 10$ мм, $R_{изг} = 25,25$ мм).

Заготовку 2 торцового ключа укладывают в полуматрицы 13, 14 (фиг. 9) штампа, установленные на осях без возможности смещения в направлении перемещения отгибае-

ВУ 15498 С1 2012.02.28

мых элементов заготовки, и фиксируют ее положение по заднему упору 15 (переход между ручьями в полуматрице 13) и упору 16 вскрытой полостью 6 ступени 5 заготовки 2 ключа.

В начальной стадии процесса при ходе ползуна прессы вниз пуансон 17 изгибает заготовку 2, вызывая соответствующий поворот полуматриц 13 и 14 вокруг осей 18 и 19 соответственно, при этом усилие пуансона Р (фиг. 9), направленное в начале строго по вертикали, уравнивается силами Р₁ (фиг. 10), действующими в местах контакта заготовки 2 с полуматрицами 13 и 14.

При изгибе заготовки ключа торцового деформации подвергают только ступень 5, прилежащую к головке 4 ключа, в связи с чем контактирующие элементы 4 и 3 заготовки 2 (головка ключа и серединный участок) и полуматрицы 13 и 14 соответственно можно рассматривать как фрикционные пары с относительно жесткими телами, влияющими на процесс деформации.

Исходя из соображения, что один и тот же типоразмер заготовки при изгибе в полуматрицах с различным положением осей их вращения (фиг. 6, 8) обуславливает различные схемы деформационного трения, будем считать, что изгибаемое изделие является инициатором деформационного трения.

При перемещении отгибаемых элементов 4 и 3 заготовки 2 (деформационные составляющие) по ручьевым калибрам полуматриц 13 и 14 соответственно на контактных поверхностях полуфабриката возникают удельные силы сопротивляющегося действия τ_c , а на полуматрицах 13 и 14 (жесткие составляющие) действуют соответствующие активные силы τ_a . Силы активного и сопротивляющегося действия равны и направлены в противоположные стороны.

В нашем случае (фиг. 9) активные силы трения на полуматрицах не реализуются, так как сами полуматрицы 13 и 14 штампа установлены на осях без возможности смещения в направлении перемещения отгибаемых элементов 3 и 4 заготовки 2 ключа гаечного, т.е. наша схема характеризуется одной направленностью перемещений.

Величину относительного перемещения ступеней полуфабриката, недеформируемых в процессе изгиба, относительно калибров полуматриц определяют зависимостью:

$$S = L + R_{\text{н.с.}}(1 - \pi/4) - \sqrt{2}(x + y \cdot k),$$
$$k = \frac{\sin(45 - \alpha)}{\sin \alpha}; \sin \alpha = \frac{y}{\sqrt{y^2 + z^2}}; z = L - x;$$

где L - координата, определяющая исходное положение торца заготовки в ручье полуматрицы относительно оси приложения усилия гибки;

α - угол, определяющий исходное положение торца полуфабриката относительно положения центра вращения полуматрицы;

R_{н.с.} - радиус изгиба полуфабриката по нейтральному слою, мм;

x, y - координаты, определяющие положение центров вращения полуматриц, мм.

Изгиб опытной партии торцовых ключей по новому способу изготовления с созданием дополнительных сжимающих сил с внецентренным приложением на наружных поверхностях недеформируемых ступеней изгибаемых заготовок, сопрягаемых с калибрами поворотных полуматриц, в направлении зоны очага изгиба, испытывающей деформацию растяжения, показал позитивность выбранного направления. Утонение стенок в эпицентре изгиба не превышало 0,5-0,7 мм.

Для исключения деформации недеформируемых частей полуфабриката, в нашем случае головки ключа, необходимо при выборе координат положения центров вращения полуматриц выдерживать следующее дополнительное условие: $0,8A > S > 0,1A$.

Изготовление ключа гаечного двустороннего торцового с внутренним шестигранником изогнутого по новой технологии освоено в Республике Беларусь на Кобринском инструментальном заводе "СИТОМО".

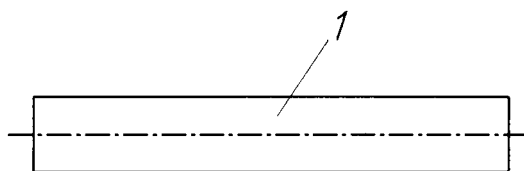
Источники информации:

1. Каталог продукции РУПП "Кобринский инструментальный завод "СИТОМО" (рекламный проспект-каталог слесарно-монтажного инструмента, технологической оснастки).

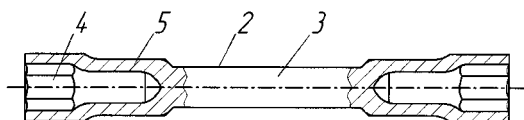
2. Клушин В.А., Ковальчук О.Н., Кищук Д.В., Хрущев Е.В. Компьютерное моделирование комбинированных процессов ОМД при изготовлении стержневых поковок с глубокими глухими полостями // Теория и практика поперечно-клиновой прокатки. Материалы международной научно-технической конференции. - Минск: УП "Экоперспектива", 2006. - С. 136-139.

3. Мосин Ф.М. Технология изготовления деталей из труб. - М.-Л.: Машиностроение, 1962.

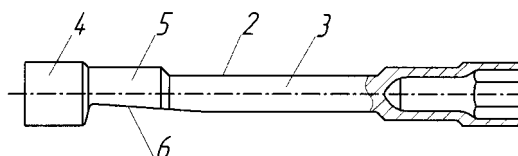
4. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. - Машиностроение, 1971.



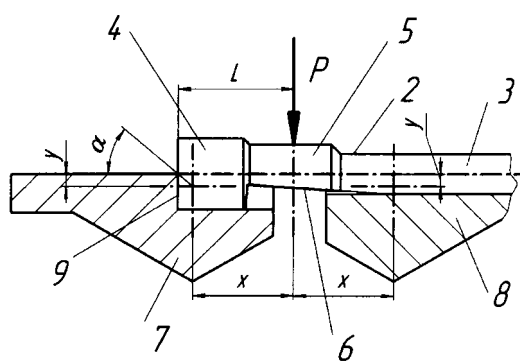
Фиг. 1



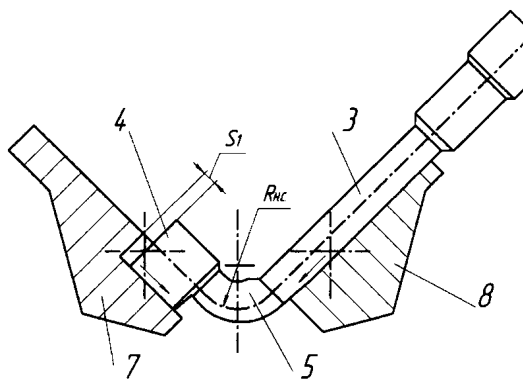
Фиг. 2



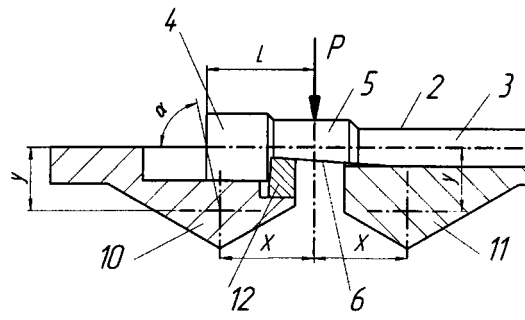
Фиг. 3



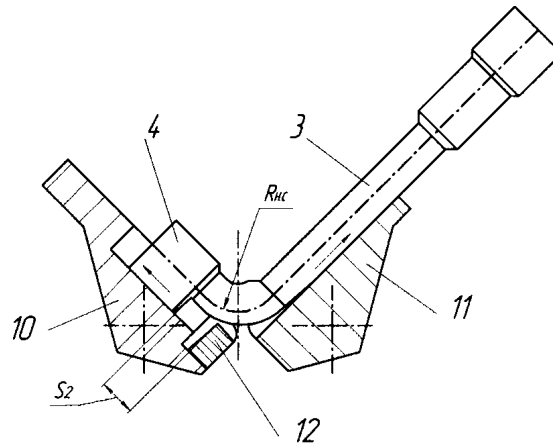
Фиг. 5



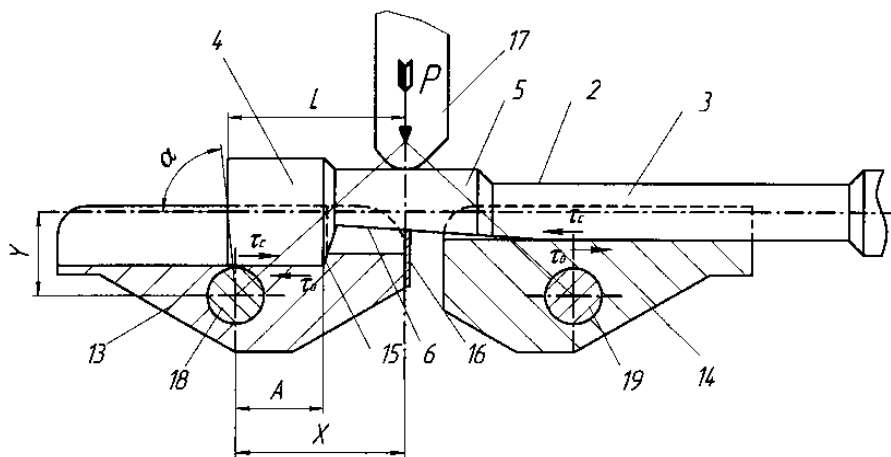
Фиг. 6



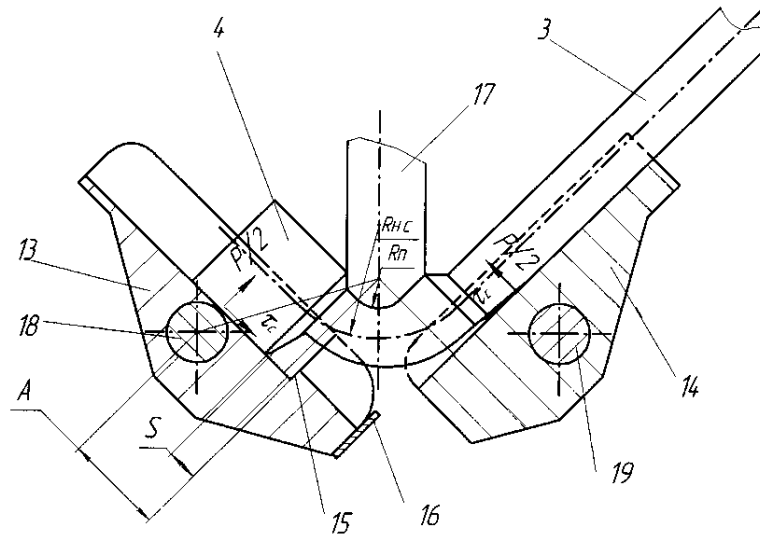
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10