

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ И ОСВОЕНИЯ СЕРИЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ШТАМПОВКИ С ОБКАТЫВАНИЕМ

Godziy S., Klisko A.
National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine (k_OMD@ukr.net)

PREREQUISITES TO CREATE AND PRODUCED THE SERIAL EQUIPMENT FOR ORBITAL FORGING

Статья посвящена определению и исследованию перспективных направлений создания эффективного оборудования для штамповки с обкатыванием. Проведен анализ существующего оборудования и сделаны выводы относительно расширения технологических возможностей. Рассмотрены и проанализированы два основных направления создания оборудования. Первый - оснащение традиционного гидравлического прессы приставкой обкатывающих движений активного инструмента. В таком случае имеем оборудование минимальной стоимости и с минимальными расходами. Основным недостатком такой схемы является опасное влияние эксцентрической нагрузки на станину традиционного прессы, который не приспособлен к таким условиям эксплуатации. В качестве примера рассмотрена конструкция блока для штамповки с обкатыванием с индивидуальным приводом механизма обкатывания. Второй - разработка специализированного прессы для штамповки с обкатыванием. При таком подходе станина специализированного прессы спроектирована и изготовлена с учетом эксцентриситета действия технологического усилия. Детально рассмотренная конструкция специализированного прессы, который имеет непосредственный привод от электродвигателя смонтированного в колонной станине специализированного прессы. Благодаря отсутствию передаточных элементов трансмиссии пресс имеет высокие показатели эффективности. Каждый из предложенных направлений рассмотрен на конкретных примерах. Предложенные направления существенно влияют на показатели эффективности и себестоимость оборудования.

Ключевые слова: Сферодвижная штамповка, оборудование, технологический процесс, эффективность.

Ввод

Анализ литературных данных свидетельствует о расширении промышленного использования штамповки с обкатыванием (ШСО). Это обусловлено тем, что использование процесса при изготовлении широкой номенклатуры изделий, в конечном счете, приводит к ощутимому снижению себестоимости изготовления, повышению показателей качества и конкурентоспособности производителя.

Примерами распространения технологий штамповки с обкатыванием могут служить [1]:

- реализация Рекомендаций по освоению новых перспективных технологических процессов в области обработки металлов давлением на период 2006–2015 годы, которая принята в Российской Федерации. В соответствие, с которой ОАО «Тяжпрессмаш» (г. Рязань) готовит к производству серийные гидравлические прессы с ЧПУ номинальной силой 1,6 МН, 2,5 М, 6,3 МН, 10,0 МН, 16,0 МН, 20,0 МН для ШСО осесимметричных деталей;
- аналогичное предыдущему переоснащение автомобильной промышленности в Китайской Народной республике прессами для ШСО собственного изготовления;
- внедрение на Минском тракторном заводе (Республика Беларусь) технологий и оборудования для ШСО швейцарской фирмы "Heinrich Schmid Maschinen- und Werkzeugbau AG" ("SCHMID"), которые позволят производить окончательное формирование зубчатого венца конических прямозубых шестерён и сателлитов дифференциала заднего моста тракторов;
- перевод традиционных технологий изготовления дисков автомобильных колес из цветных сплавов на технологи локального формообразования.

Приведенные примеры успешного использования технологий с локальным очагом деформирования основываются на широких технологических возможностях способа [2, 3]. Необходимо отметить, что эти возможности существенно расширяются или возникают новые качественные эффекты при оснащении специализированного оборудования сравнительно простыми по конструкции приспособлениями.

Лидером на рынке оборудования для ШСО являются прессы моделей Т200, Т400, Т630 "SCHMID", которые имеют универсальное назначение и широкие технологические возможности. На Рис.1 представлена конструкция прессы Т630 "SCHMID" [4]. Отличительной особенностью прессы является оснащение прессы дополнительным приводным пуансоном 3, расположенным в корпусе подвижного активного прессователя 4. С одной стороны, это придает новые технологические возможности по формообразованию центральной полости,

при извлечении детали из штампа, при прошивке центрального отверстия и пр. С другой стороны, перечисленные операции выполняются в положении, когда подвижный активный прессователь 4 и пуансон 3 занимает строго вертикальное положение. Конструктивно сохранить такое расположение пуансона 3 при выполнении рабочих обкатывающих движений, когда прессователь 4 занимает наклонное положение по отношению к вертикальной оси, не возможно, что накладывает группу технологических ограничений.

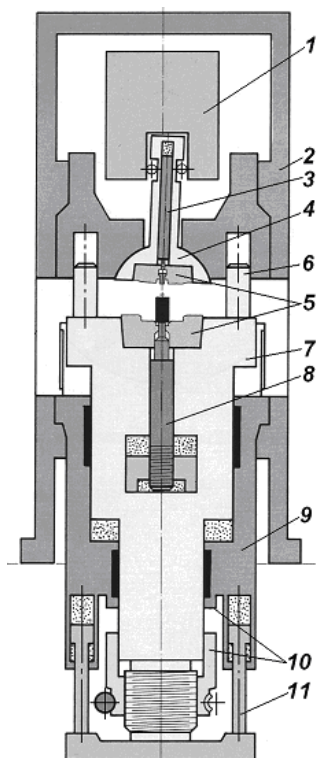


Рис. 1. Конструктивная схема пресса для ШСО модели Т-630, (где: 1 – привод механизма обкатывания; 2 – станина; 3 – верхний приводной пуансон; 4 – активный прессователь; 5 – инструмент; 6 – направляющие; 7 – ползун; 8 – нижний выталкиватель; 9 – корпус гидроцилиндра; 10 – упор; 11 – возвратные цилиндры)

оборудования по обоим направлениям. Нам видится, что с точки зрения минимизации затрат и времени создание оборудования на базе серийного пресса является на текущий момент более перспективным. Тогда в качестве базового пресса можно использовать гидравлические прессы для штамповки пластмасс с минимальными ($\approx 5 \dots 10\%$) доработками в нижней части станины, а именно вместо традиционного выталкивателя установить специальный гидравлический узел (съемник-ловитель) [5], который позволит изготавливать изделия из кольцевой заготовки, в том числе в автоматическом режиме. Прессы этого типа имеют развитое штамповое пространство, в котором размещается механизм обкатывания. Станины этих базовых прессов – сварные, изготовленные по традиционной технологии. Если пойти по пути создания специализированного оборудования, то станины могут быть также сварными или колонными.

Механизм обкатывания

Существует несколько, опробованных на практике схем механизмов обкатывания: водильного и безводильного типов. Механизм обкатывания водильного типа назван по названию основной детали, в виде стержня (водила) с развитой сферической опорной частью (наличие развитой сферической опоры дало еще одно распространенное название процессу – сферодвижная штамповка). Такая схема используется в специализированных прессах, так как имеет развитые по высоте пресса габаритные размеры. Безводильная схема лишена этого недостатка, что позволяет механизм обкатывания оформить в виде отдельного штампового блока с индивидуальным приводом. Но самое главное, что в этом случае в незадействованной центральной части безводильного механизма обкатывания можно разместить специальные устройства [6], которые позволяют существенно расширить технологические возможности оборудования путем комплексного воздействия на заготовку и говорить об оборудовании нового класса, не имеющих мировых аналогов.

Цель статьи – анализ конструктивных особенностей предлагаемого к производству оборудования для штамповки с обкатыванием (ШСО). А также обоснование наиболее эффективных и целесообразных технических решений и некоторых технических характеристик оборудования.

Исследования

Общая характеристика и параметры пресса

Предлагаемое оборудование для ШСО предназначается для холодной и полугорячей штамповки, осесимметричных в плане изделий типа фланцев, полумуфт, заготовок шестерен и пр. из цилиндрических и кольцевых заготовок. Активный инструмент имеет постоянный угол наклона обкатывания. Вид движений активного инструмента – только круговое обкатывающее. Такое ограничение, помимо существенного упрощения конструкции, тем не менее, позволяет охватить до 90% обрабатываемых деталей. Изменяемым параметром является частота обкатывающих движений, что достаточно для реализации всех режимов обработки. Предлагается изготавливать серию прессов с номинальным усилием в диапазоне 1,6...4,0 МН. На следующем этапе следует перейти к оборудованию большего усилия – до 6,0...10 МН.

Компоновка пресса

Конструктивно пресс для ШСО состоит из двух основных узлов: механизма силового нагружения, как правило, в виде гидравлического цилиндра (как у традиционного гидропресса) и механизма обкатывающего движения активного инструмента (механизма обкатывания). При этом оборудование для ШСО может быть реализовано двумя основными путями – создание чисто специализированного пресса, оснащенного двумя упомянутыми узлами, или оснащение серийного пресса механизмом обкатывания. И тот и другой пути имеют свои преимущества. Мы имеем опыт разработки и изготовления



Рис. 2. Внешний вид блока для ШСО мод. БШО-50/280

направляющие втулки 13, а в нижнюю плиту 14 - колонки 15. На колонки 15 надеты опорные регулирующие втулки 16. В центральной части нижней плиты 14 установлен через конические втулки 17 нижней инструмент 18.

При завершении рабочего хода, при опоре направляющей втулки 13 на втулки 16 окончательно формируется торцевая поверхность детали, что обеспечивает ее высокую плоскостность и точность высотного размера. К инструментодержателю 11 крепится кронштейн 19 механизма предотвращения от проворота. Кронштейн 19 через сферический подшипник 20 взаимодействует с кронштейном 21, который жестко крепится к верхней плите 1.

Рассмотренная конструкция блока для ШСО имеет 20-летнюю промышленную апробацию в качестве опытного образца. Для использования этой схемы для серийного производства необходимы минимальные конструктивные изменения и дополнения, в том числе для реализации в устройствах с другими (большими) технологическими усилиями.

Предложенное конструктивное исполнение является оптимальным с точки зрения минимизации затрат на освоение и по себестоимости оборудования. При этом обращаем внимание на то, что мы располагаем и другими техническими решениями как по конструкции механизма обкатывания, так и по общей компоновке специализированных прессов для ШСО, а также технологическими наработками, которые в ряде случаев неотделимы от конструкторских.

Несмотря на очевидность и техническую простоту предложенного решения оно имеет ограничение по величине номинального усилия. Это связано с отсутствием серийного оборудования с развитой рабочей зоной для монтажа блока и ограничением по динамическому усилию роликовых и сферических подшипников качения. Поэтому прессы усилием более 6,3 МН будут иметь специализированную компоновку.

В качестве примера компоновки специализированного прессы для ШСО можно рассмотреть пресс мод. ПШО-500 с номинальным усилием – 5,0 МН.

Пример исполнения

В качестве примера предлагаемого оборудования предлагаем Вашему вниманию положительный опыт создания приставки мод. БШО-50/280 для ШСО [7], которая предназначена для работы с серийным прессом мод. ДБ2428 номинальным усилием 630 кН (63 тс) для прессования изделий из пластмасс. Из-за эксцентричного приложения технологического усилия максимальное расчетное усилие такой установки ограничено до 500 кН (50 тс) при частоте нутации активного инструмента 280 об./мин.

На Рис.2 предоставлен внешний вид блока для штамповки обкатыванием мод. БШО-50/280 в момент монтажа на гидравлический пресс ДБ2428.

Штамповочный блок имеет конструкцию, показанную на рис. 3. Механизм обкатывания размещен в верхней плите 1, он состоит из прессователя 2, который опирается на опорный подшипник 3 и центрируется радиальным подшипником 4. На прессователе 2 установлена упругая муфта 5, которая соединена через вал 6, коническую передачу 7 и вал 8 с приводным мотор-редуктором. В полой расточке прессователя 2 на подшипниках, опорном 9 и радиальном 10, установлен инструментодержатель 11 с зафиксированным в нем нижним инструментом 12. В верхней плите 1 установлены

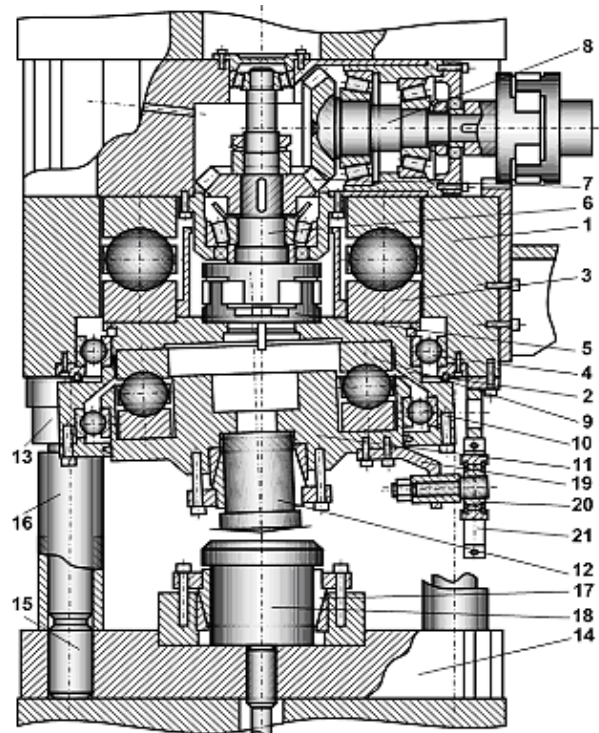


Рис. 3. Конструкция блока для ШСО мод. БШО-50/280

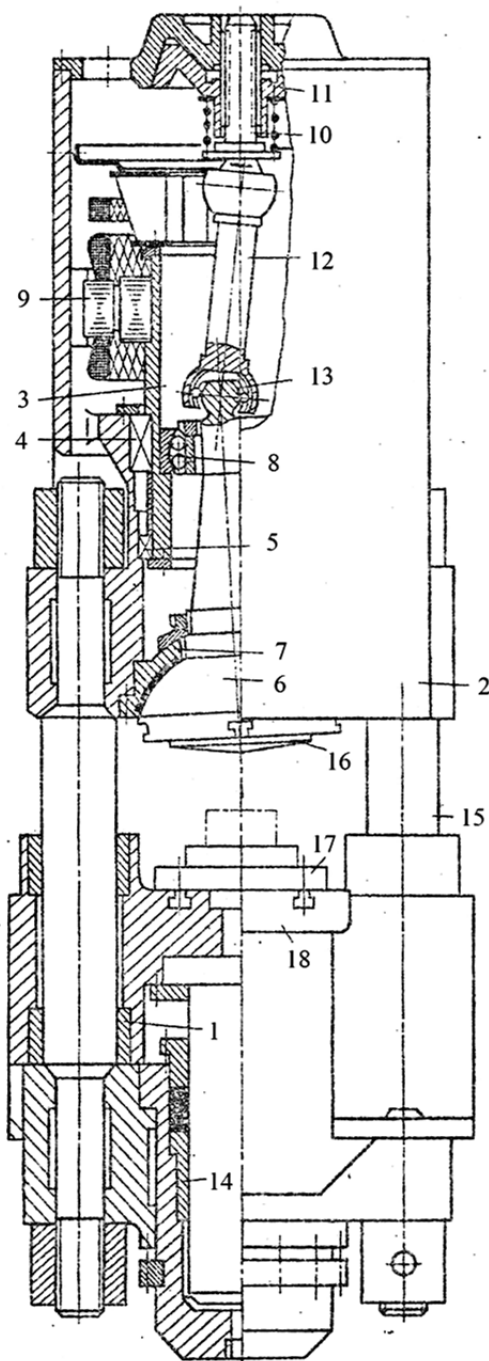


Рис. 4. Схема конструкции пресса ПШО-500 (где: 1 - направляющие станины; 2 - подвижная поперечина; 3 - эксцентриковый ротор; 4, 5 - подшипники; 6 - прессователь; 7 - сферический подпятник; 8 - самоустанавливающий подшипник; 9 - ротор 9 электродвигателя; 10 - вал; 11 - тормоз; 12 - промежуточный вал; 13 - синхронные муфты; 14 - механизм осевого перемещения; 15 - тяги; 16, 17 - верхняя и нижняя части штампа; 18 - стол)

механизации и автоматизации;

- уменьшению размеров, веса и стоимости оборудования и штамповой оснастки;
- возможностью реализации методом ШСО широкого спектра технологических операций объемной и листовой штамповки, а также технологий, не имеющих традиционных аналогов.

Конструктивная схема пресса представлена на Рис.4.

В направляющих 1 станины установлена подвижная поперечина 2, в расточке которой закреплен статор электродвигателя механизма обкатывания, включающего эксцентриковый ротор 3, установленный на подшипниках 4 и 5, и прессователь 6, опирающийся на сферический подпятник 7 и связанный с ротором 3 через самоустанавливающий подшипник 8. На эксцентриковом роторе 3 закреплен ротор 9 приводного электродвигателя. Вал 10 тормоза 11 связан с водилом прессователя 6 промежуточным валом 12 посредством синхронных муфт 13.

Механизм осевого перемещения 14 подвижной поперечины 2 связан с ней тягами 15. Верхняя часть штампа 16 закреплена на прессователе 6, а нижняя 17 – на столе пресса 18.

При вращении ротора 9 электродвигателя привода сферодвижного механизма и связанного с ним эксцентрикового ротора 3 прессователь 6 совершает колебательное движение. При работе механизма осевого перемещения 14 подвижная поперечина 2 движется вместе с верхней частью 15 штампа 16. При этом прессователь 6 и связанная с ним верхняя часть штампа 16 совершает винтовое движение. За счет этого и производится штамповка детали с обкатыванием.

При включенном тормозе 11 его вал 10, промежуточный вал 12 и прессователь 6 не могут проворачиваться вокруг своих осей. В таком случае взаимное расположение верхней 16 и нижней 17 частей штампа строго согласовано.

Эффект конструкции обеспечивается за счет того, что наличие синхронных муфт в механизме фиксации прессователя от проворота исключает взаимное тангенциальное смещение частей штампа, что имеет место при использовании в этом механизме традиционного карданного вала или других известных средств. Исключение взаимного смещения инструментов обеспечивает необходимые предпосылки качественной накатки зубьев и других выступающих конструктивных элементов на обкатываемых торцах заготовки.

В целом схема нагрузки и деформации при ШСО приводит к ряду положительных эффектов, влияющих непосредственно на характеристики оборудования и оснастки:

- снижению усилия деформирования по сравнению с традиционными методами в 5...30 раз;
- возможностью обработки в холодном состоянии деталей, которые раньше изготавливались в горячем и полугорячем состоянии на оборудовании такого же технологического усилия;
- созданию технологических процессов и оборудования, отвечающих высоким требованиям безопасности и условий труда, так как процесс ШСО отличается низким уровнем шума, возможностью протеканием в холодном состоянии, возможностью

Оценивая сказанное можно сделать и прогнозы относительно себестоимости оборудования для ШСО. Уже упоминалось, что возможны два пути создания оборудования: - оснащение серийного преса приставкой (блоком) для ШСО; - изготовление специализированного преса, предназначенного исключительно для выполнения операций ШСО. Технические преимущества и недостатки этих подходов также изложены выше. Оценка такого экономического показателя как себестоимость возможна также и для случаев единичного изготовления (предназначенного для чисто определенных технологических целей) изготовления или для серийного производства оборудования. Необходимо отметить, что имеется опыт исключительно индивидуального проектирования и изготовления. Например, стоимость только НИР и ОКР эскизного и технического проектирования преса для ШСО по договору с ПО КамАЗ по ценам 1985 года составляла более млн. советских рублей. В настоящее время серийное оборудование для ШСО не производится.

На Рис.5 представлены: - сравнительная себестоимость оборудования традиционного и для ШСО при единичном и серийном производстве; - сравнительная себестоимость единицы изделия при переводе технологического процесса с горячей объемной штамповки на холодную ШСО. При этом за единицу себестоимости оборудования взята себестоимость серийного гидропреса традиционного технологического назначения, а за единицу себестоимости изготовления поковки взята себестоимость, полученная для технологического процесса холодной объемной штамповки осесимметричной детали методом ШСО.

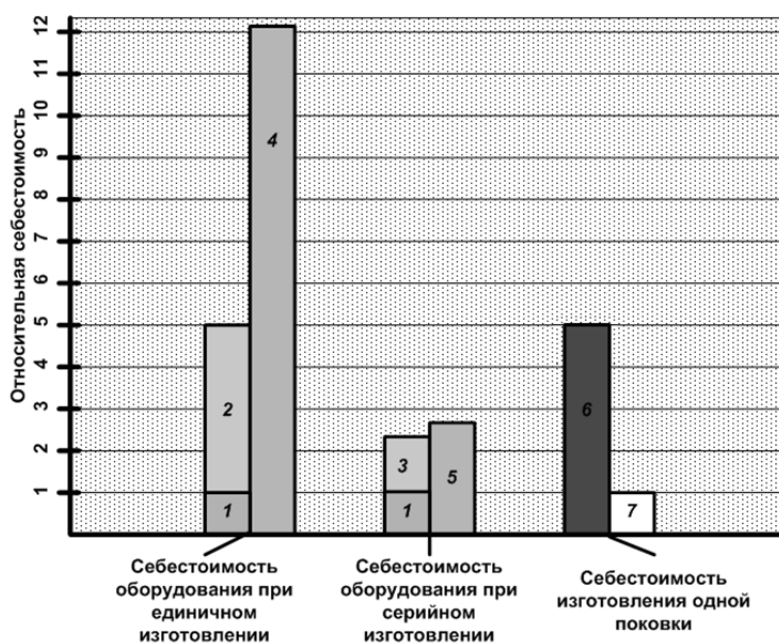


Рис. 5. Сравнение себестоимостей оборудования и изготовления деталей (где: 1 – себестоимость серийного гидропреса традиционного назначения; 2, 3 – себестоимость приставки (блока) для ШСО при единичном и серийном изготовлении); 4, 5 – себестоимость специализированного преса для ШСО при единичном и серийном изготовлении; 6 – себестоимость поковки изготовленной ГОШ; 7 – себестоимость изготовления детали холодной ШСО)

Выводы

Анализ сравнений величин себестоимости показывает, что при изготовлении оборудования, которое имеет узкую специализацию и не будет тиражироваться, наиболее предпочтительным будет вариант оснащения серийного преса приставкой для ШСО. При серийном изготовлении оборудования для ШСО себестоимости в случае оснащения приставкой и для случая специализированного преса практически выравниваются. Поэтому на первый план выходят технические преимущества второго варианта, что обуславливает его выбор в случае освоения серийного производства.

Анотація. Стаття присвячена визначенню і дослідженню перспективних напрямів створення ефективного обладнання для штампування обкочуванням. Проведений аналіз існуючого обладнання та зроблені висновки щодо поліпшення технологічних можливостей. Розглянуті та проаналізовані два основні напрями створення обладнання. Перший - оснащення традиційного гідравлічного пресу приставкою обкочувальних рухів активного інструменту. В такому разі маємо оснащення мінімальної вартості і з мінімальними витратами. Основним недоліком такої схеми є небезпечний вплив ексцентричного навантаження на станину традиційного пресу, який не прилаштований до таких умов експлуатації. В якості прикладу розглянута конструкція блоку для штампування обкочуванням з індивідуальним приводом механізму обкочування. Другий - розробка спеціалізованого пресу для штампування обкочуванням. За такого підходу станина спеціалізованого пресу спроектована і виготовлена з врахуванням ексцентриситету дії технологічного зусилля. Детально

розглянута конструкція спеціалізованого пресу, який має безпосередній привод від електродвигуна змонтованого в колонній станині спеціалізованого пресу. Завдяки відсутності передаточних елементів трансмісії прес має високі показники ефективності. Кожен із запропонованих напрямів розглянутий на конкретних прикладах. Запропоновані шляхи суттєво впливають на показники ефективності та собівартість обладнання.

Ключові слова: Орбітальне штампування, обладнання, технологічний процес, ефективність.

Summary. The article is devoted determination and research of perspective directions of creation of effective equipment for stamping with orbital forging. The analysis of existent equipment is conducted and conclusions are done in relation to expansion of technological possibilities. Considered and analysed two basic directions of creation of equipment. First is an equipment traditional hydraulic the press by prefix of orbital motions of active instrument. At that rate we have equipment of minimum cost and with minimum charges. The basic lack of such chart is a harmful effect of the eccentric loading on the bed of traditional the press, which is not adjusted to such external environments. The construction of block is as an example considered for stamping with an orbital forging with the individual drive of mechanism of orbital. Second is development specialized the press for stamping with an orbital forging. At such approach bed specialized the press is projected and made taking into account the eccentricity of action of technological effort. The in detail considered construction of specialized is the press, which has a direct drive from an electric motor mounted in the columnar bed of specialized the press. Due to absence of transmission elements of transmission a press has high indexes of efficiency. Each of the offered directions is considered on concrete examples. The offered directions substantially influence on the indexes of efficiency and prime price of equipment.

Keywords: Orbital forging, equipment, technological process, deformation., efficiency.

1. Гожий С.П. Перспективы развития штамповки с обкатыванием. // С.П. Гожий, А.В. Клиско. Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія Машинобудування. – 2011. № 61. – С. 81-86.
2. Кривда Л.Т. Теория и практика штамповки обкатыванием (Монография) / Л.Т. Кривда; - К.: Аванпост, 1998. - 179 с.
3. Гожий С.П. Штамповка с обкатыванием как способ ресурсосбережения // С.П. Гожий, Л.Т. Кривда. Наукові вісті Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – 2006. - № 2(46). - С. 55-60.
4. Пресс для холодной штамповки методом обкатки / Проспект фирмы «SCHMID». Heinrich Schmid Maschinen- und Werkzeugbau AG. CH-8640 Rapperswil/Schweiz. – 20 p.
5. Авторское свидетельство СССР №1652017. Л.Т. Кривда Л.Т., С.П. Гожий. Киевский политехнический институт. Оpubл. Б.И. №20. – 1991. 7 с.
6. Кривда Л.Т. Блок для штамповки обкатыванием усилием 300 кН. // Л.Т. Кривда, С.П. Гожий; Вестник Киевского политехнического института. Машиностроение. - 1993. - № 30. – С. 67-72.
7. Пат. 31594 Украина, МПК В21D 37/04. Устройство для штамповки обкатыванием: Пат. 31594 Украина, МПК В21D 37/04 С.П. Гожий, Л.В. Довгалюк (Украина); Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт". - №u200714820; Заявл. 26.12.2007; Оpubл. 10.04.2008, Бюл. №7. – 2 с.

REFERENCES

1. Gozhiy S.P., Klisko A.V., Journal the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", 2011, no 61, pp. 81-86.
2. Krivda L.T. Teorija i praktika shtampovki obkattyvaniem (Theory and practice of orbital forging (monograph)) Kiev: Avanpost, 1998, 179 p.
3. Gozhiy S.P., Krivda L.T., Research Bulletin of National Technical University of Ukraine "KPI", 2006, no 2(46), pp. 55-60.
4. Press dlja holodnoj shtampovki metodom obkatki (Press for cold forming by orbital forging) Prospekt firmy «SCHMID». Heinrich Schmid Maschinen- und Werkzeugbau AG. CH-8640 Rapperswil Schweiz, 20 p.
5. Krivda L.T., Gozhij S.P., A.s. 1652017 SSSR, 1991, 6 p.
6. Gozhiy S.P., Krivda L.T., Journal the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", 1993, no 30, pp. 67-72.
7. Gozhyj S.P., Dovgaljuk L.V. Ustrojstvo dlja shtampovky obkattyvanyem [Device for orbital forging]. Patent Ukrainy no 31594. 10.04.2008