

УДК 621.961

Карнаух С. Г.
Карнаух Д. С.
Чоста Н. В.

РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ СОРТОВОГО ПРОКАТА (ТРУБ) НА МЕРНЫЕ ЗАГОТОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НИТИНОЛА

Основным технологическим ядром обрабатывающих производств в Украине являются предприятия, относящиеся к отрасли машиностроения. В условиях конкуренции с импортной продукцией, основными тенденциями развития машиностроительной отрасли становится оптимизация, интенсификация производства и перевод его на инновационный путь развития. Основным локомотивом в решении указанных выше проблем на пути инновационного развития машиностроения является малый и средний бизнес.

Важнейшей операцией в технологической цепочке прокатного и кузнечно-штамповочного производства является операция получения заготовок мерной длины из сортового проката и труб [1, 2].

В машиностроении используются более десяти способов разделения сортового проката (труб) на мерные заготовки, в том числе, как отходные: газопламенная резка, резка фрезами, резцами и пилами, плазменная и лазерная резка, электроискровая и анодно-механическая резка, так и безотходные: отрезка сдвигом и ломка в холодном состоянии, которые реализуются, как на специальном, так и на универсальном оборудовании [1–5]. Однако именно безотходные способы разделения являются материалосберегающими и экономичными, а потому перспективными для дальнейшей разработки и совершенствования.

Для разделения сортового проката из хрупких материалов применяют способ холодной ломки изгибом, особенно для разделения проката больших поперечных сечений. Однако способ не обеспечивает гарантированного качества получаемых заготовок. Кроме того, производительность труда при реализации данного способа невысокая из-за необходимости предварительного нанесения на прокат концентраторов напряжений [4].

Разделение сортового проката способом отрезки сдвигом применяется в серийном и массовом производстве. В последние годы проведена большая работа по изучению и совершенствованию отрезки сдвигом сортового проката на территории стран СНГ (Мосстанкине, ЭНИКМАШе, МВТУ, Харьковском авиационном, Кишиневском политехническом институтах и т. д.) и за рубежом (Япония, Англия, Германия).

В работах Мещерина В. Т., Соловцова С. С., Тимошенко В. А. разработаны основы теории отрезки сдвигом, определены оптимальные параметры процесса, предложены новые схемы разделения сортового проката, созданы различные конструкции ножниц и штампов [3]. Данный способ обеспечивает наиболее высокую производительность, однако при этом требует значительных удельных нагрузок для осуществления рабочего цикла, вследствие чего увеличиваются габариты и металлоемкость конструкций, а значит и стоимость оборудования и оснастки. Эта проблема усугубляется в условиях экономического кризиса, когда крупные машиностроительные предприятия закрываются, а у мелких производителей нет средств для приобретения дорогостоящего оборудования, да и окупаемость этого оборудования не обеспечена для единичного и мелкосерийного производства.

Учитывая, что каждый производитель старается изготовить продукцию с наименьшими затратами, возрастает спрос на ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование для их осуществления. Поэтому повысить эффективность заготовительного производства с использованием безотходных способов разделения сортового проката и труб можно, если решить вопрос создания специализированных установок (оснастки), обладающих энергетиче-

ческими, технологическими, конструктивными и эксплуатационными преимуществами перед существующими образцами режущих агрегатов, не требующих применения дорогостоящих ножиц, прессов и имеющих сравнительно невысокую себестоимость изготовления.

Цель данной работы – разработка специализированного оборудования для отрезки сортового проката (труб) на заготовки высокого качества способом отрезки сдвигом для единичного и мелкосерийного производства.

Для решения поставленной задачи может быть использован особый сплав – нитинол. В 1948 году советскими металлургами Курдюмовым Г. В. и Хандорсоном Л. Г. впервые был предложен сплав, отличительной особенностью которого является то, что после значительных пластических деформаций, при нагреве до определенной температуры, он способен восстанавливать свою первоначальную форму. Позже, в 1980 году, это изобретение было признано открытием, и стало известно под названием эффекта восстановления заданной конфигурации или эффекта памяти формы (эффекта Курдюмова) [6]. Его сущность заключается в следующем. Если заготовке из такого сплава, например, проволоке, предварительно придать требуемую форму, после чего ее нагреть и охладить, а затем выпрямить, то при последующем нагреве заготовка обязательно примет свою первоначальную конфигурацию.

Такой сплав, обладающий эффектом памяти формы, впервые был получен в 1958 году и получил название нитинола. Нитинол представляет собой сплав никеля и титана, и достаточно сложен в производстве, так как для достижения требуемой переходной температуры, соотношение никеля и титана в сплаве должно выдерживаться с высокой точностью. У этого сплава фазовые переходы идут выше комнатной температуры, но ниже точки кипения воды. Если же никелид титана легировать железом, то диапазон температур простирается в интервале от комнатной температуры до температуры кипения жидкого азота. При серийном производстве стоимость изготовления нитинола можно существенно уменьшить.

Для достижения поставленной цели разработана установка для отрезки сортового проката (рис. 1), использующая, присущий нитинолу, эффект памяти формы.

Установка состоит из корпуса 1, в полости которого смонтированы нижний нож 2 и прижимы заготовки 3, 4, имеющие возможность поступательного перемещения в направлении сдвига. Прижим 4 выполнен в виде рамы и подпружинен относительно корпуса 1 пружиной 5. В полости прижима заготовки 4, в свою очередь, установлены, с возможностью поступательного перемещения в направлении сдвига, верхний нож 6 и связанный с ползуном пресса толкатель 7. Внутри пространства, образованного корпусом 1, прижимами заготовки 3, 4, верхним ножом 6 и толкателем 7, расположена эластичная подушка 8. Нижний нож 2 и прижим заготовки 3, а также верхний нож 6 и прижим заготовки 4 подпружинены относительно друг друга пружинами 9 и 10, соответственно. Толкатель 7 установлен между эластичной подушкой 8 и поперечиной 11, которая, с помощью проставок 12 и шпилек 13, образует совместно с корпусом 1 жесткую раму. По периметру толкателя установлена электрическая спираль 14, подключенная к источнику электрического тока.

При этом толкатель 7, являющийся силовым органом установки, представляет собой стержень, изготовленный из материала, обладающего способностью большого относительного удлинения при незначительном нагревании. Это его свойство позволяет создавать большие рабочие усилия, передаваемые ножам 2, 6, необходимые для предварительного зажима и отрезки заготовок. В качестве материала для стержня используется нитинол (никелид титана), содержащий 54–56 % никеля и 44–46 % титана. Стержень, изготовленный штамповкой из прутка, удлиняется, и в жестком кондукторе проходит закалку при температуре +500°C с последующим медленным охлаждением до комнатной температуры. Затем он осаживается до прежних линейных размеров и проходит многократное термоциклирование – нагрев до 180–200°C с охлаждением до +20°C.

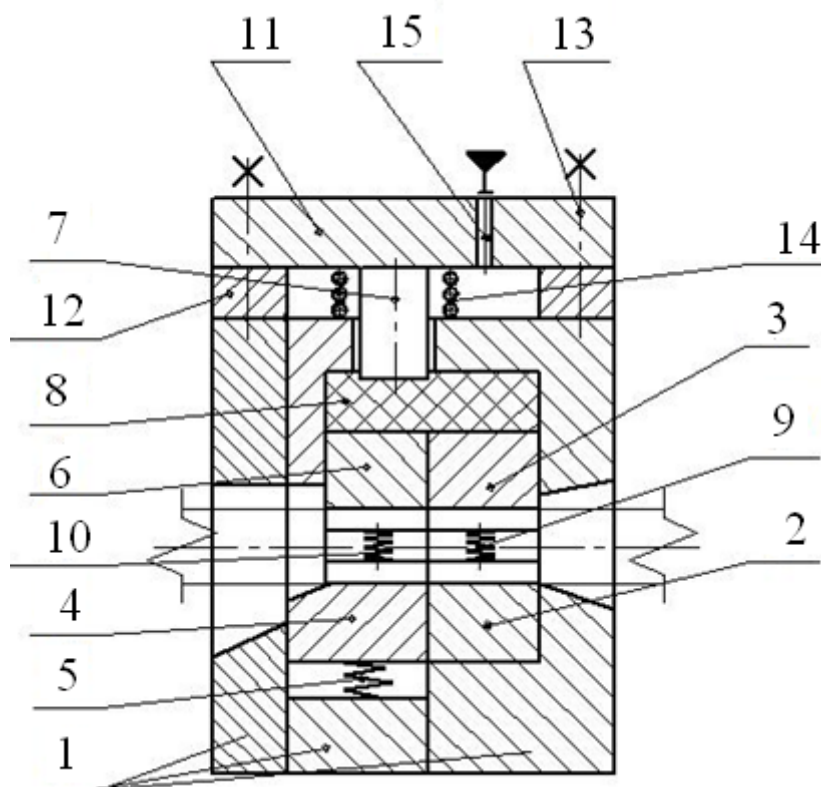


Рис. 1. Установка для отрезки сортового проката

После этого стержень приобретает следующие свойства: при нагреве до 40–65°C он удлиняется на 18–20 %, воспроизводя длину, заданную ему при закалке. При всех температурах выше 40°C он генерирует усилия на единицу площади своего поперечного сечения, равные 60 МПа.

В исходном, нерабочем состоянии толкатель 7 имеет минимальную длину, и поэтому зазор между ножами 2 и 6 максимален. Спираль 14 подключают к источнику электрического тока, после чего она нагревается и передает тепло силовому органу устройства – толкателю 7. При нагреве свыше 40°C последний начинает удлиняться. Перемещение толкателя 7 передается эластичной подушкой 8 прижиму прутка 3, который зажимает лежащий на нижнем ноже 2 прокат, а также прижиму заготовки 4 и верхнему ножу 6, которые зажимают отрезаемую часть проката. Дальнейшее перемещение толкателя 7 приводит к тому, что нож 6 совершает рабочий ход, разрезая прокат, установленный предварительно в зазор между ножами. После подачи охлажденного сжатого воздуха к толкателю 7 по каналу 15, толкатель 7 сжимается. Под действием пружин 5, 9, 10 установка возвращается в исходное положение.

Предложенная конструкция установки позволяет реализовать схему отрезки сдвигом с дифференцированным зажимом, так как с ростом силы со стороны толкателя возрастает сила поперечного зажима проката до момента отрезки заготовки. Конструкция установки более простая, состоит из технологичных деталей, по сравнению с известными конструкциями [7]. При этом обеспечивается высокое качество разделяемых заготовок. Для работы установки не требуется применения дорогостоящего оборудования в виде кривошипных ножниц или прессов, использования специальных фундаментов. Установка может быть использована даже в полевых условиях, для этого нужно обеспечить только подключение к электрическим сетям. Таким образом, снижается себестоимость получаемых мерных заготовок.

Данная установка может быть рекомендована для внедрения в условиях единичного и мелкосерийного производства на предприятиях малого бизнеса, когда главными факторами при выборе оборудования являются окупаемость и доступность.

ВЫВОДЫ

На основе анализа перспективных направлений развития заготовительного производства предложена новая конструкция оборудования для реализации способа отрезки сдвигом с высокими технико-экономическими характеристиками. Для работы установки не требуется применения дорогостоящего оборудования в виде кривошипных ножниц или прессов, использования специальных фундаментов. Установка может быть использована даже в полевых условиях, для этого нужно обеспечить только подключение к электрическим сетям. Таким образом, снижается себестоимость получаемых мерных заготовок. Данная установка может быть рекомендована для внедрения в условиях единичного и мелкосерийного производства для малого бизнеса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веселовский С. И. *Разрезка материалов* / С. И. Веселовский. – М. : Машиностроение, 1973. – 360 с.
2. Жуков Г. Г. *Механизация и автоматизация заготовительных операций на машиностроительных заводах* / Г. Г. Жуков. – М. – Л. : Машиностроение, 1966. – 112 с.
3. Соловцов С. С. *Безотходная разрезка сортового проката в штампах* / С. С. Соловцов. – М. : Машиностроение, 1985. – 176 с.
4. Финкель В. М. *Холодная ломка проката* / В. М. Финкель, Ю. И. Головин, Г. Б. Родюков. – М. : Металлургия, 1982. – 192 с.
5. Карнаух С. Г. *Совершенствование безотходных энергосберегающих способов разделения сортового металлопроката и оборудования для получения заготовок высокого качества* : дис. ... канд. техн. наук: 05.03.05. / С. Г. Карнаух. – Краматорск, 1999. – 221 с.
6. Википедия. *Нитинол*. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BB>
7. Пат. 25552 А Украина, МКИ В23Д23/00. *Штамп для відрізки прокату з диференційованим затиском* / Тарасов А. Ф., Роганов Л. Л., Карнаух С. Г. – № 97062588; заявл. 03.06.97 ;опубл. 30.10.98.

REFERENCES

1. Veselovskij S. I. *Razrezka materialov* / S. I. Veselovskij. – M. : Mashinostroenie, 1973. – 360 s.
2. Zhukov G. G. *Mehanizacija i avtomatizacija zagotovitel'nyh operacij na mashinostroitel'nyh zavodah* / G. G. Zhukov. – M. – L. : Mashinostroenie, 1966. – 112 s.
3. Solovcov S. S. *Bezothodnaja razrezka sortovogo prokata v shtampah* / S. S. Solovcov. – M. : Mashinostroenie, 1985. – 176 s.
4. Finkel' V. M. *Holodnaja lomka prokata* / V. M. Finkel', Ju. I. Golovin, G. B. Rodjukov. – M. : Metallurgija, 1982. – 192 s.
5. Karnauh S. G. *Sovershenstvovanie bezothodnyh jenergosberegajushhih sposobov razdelenija sortovogo metalloprokata i oborudovanija dlja poluchenija zagotovok vysokogo kachestva* : dis. ... kand. tehn. nauk: 05.03.05. / S. G. Karnauh. – Kramatorsk, 1999. – 221 s.
6. Vikipedija. *Nitinol*. [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BB>.
7. Pat. 25552 A Ukraina, MKI V23D23/00. *Shtamp dlja vidrizki prokatu z diferencijovanim zatiskom* / Tarasov A. F., Roganov L. L., Karnauh S. G. – № 97062588; zajavl. 03.06.97 ;opubl. 30.10.98.

Карнаух С. Г. – канд. техн. наук, доц. ДГМА;

Карнаух Д. С. – преподаватель МК ДГМА;

Чоста Н. В. – канд. техн. наук, доц., доц. каф. ОПМ ДГМА.

МК ДГМА – Машиностроительный колледж Донбасской государственной машиностроительной академии, г. Краматорск;

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: sergey.karnauh@dgma.donetsk.ua