

УДК 621.961.2

DOI:10.30987/2223-4608-2021-3-7-15

Г.В. Панфилов, д.т.н., До Ань Ту, аспирант
(Тульский государственный университет, 300012, г. Тула, пр. Ленина, 92)
Ле Минь Дык, инженер-исследователь
(Ханойского научно-исследовательский институт,
СР Вьетнам, 11206, г. Ханой, район Тай Хо, палата Суан Ла)
E-mail: tulpan.2000@ya.ru, ducminh2628@gmail.com

Проектирование штамповой оснастки для изготовления осесимметричных деталей с торцевыми утолщениями и их применение

Приведена спроектированная специальная штамповая оснастка для двухсторонней высадки осесимметричных деталей с торцевыми утолщениями и осевой полостью, а также разработаны оригинальные конструкции устройств, содержащих указанные детали.

Ключевые слова: осесимметричные детали с торцевыми утолщениями; штамповая оснастка; разъемные полуматрицы; детали с канговыми секторами.

G.V. Panfilov, Dr. Sc. Tech., Do An Tu, Post graduate student
(Tula state University, 92, Lenin Avenue, Tula, 300012)
Le Minh Duc, Engineer-Explorer
(Hanoi Research Institute, Suan La Chamber, Tai Ho Region, Hanoi, 11206, SR of Vietnam)

Design of stamping equipment for manufacturing axisymmetric parts with end bulges and their use

Designed special stamping equipment for the double-sided heading of axisymmetric parts with end bulges is shown, and also there are developed original designs of devices having parts mentioned.

Keywords: axisymmetric parts with end bulges; stamping equipment; split semi-matrices; parts with collet sectors.

Осесимметричные детали с торцевыми утолщениями и сквозной осевой полостью находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Имея большой диаметр торцевых утолщений и относительно малую массу, они используются в качестве поршней в насосном оборудовании [1, 2], элементах передачи осевой силовой нагрузки в дизельных [3 – 5], гидравлических [6 – 9] молотах и пневматических устройствах [10 – 12], а также для перемещений исполнительных механизмов в различных автоматизированных и кибернетических системах.

Проектирование штампа и специального пуансона для одновременной высадки торцевых утолщений

Проведены патентные исследования по способам и устройствам для изготовления из цилиндрических мерных заготовок различных

осесимметричных деталей высадкой утолщения у одного торца [13 – 24]. Аналогичные исследования выполнены для изготовления таких деталей с высадкой утолщений у обоих торцов указанных заготовок [25 – 32]. Отдельно рассмотрены способы и соответствующие штамповые устройства для получения деталей с двумя торцевыми утолщениями из мерных трубных заготовок [33 – 36].

Детальный анализ известных способов пластического формообразования и используемой для их реализации соответствующей штамповой оснастки позволил установить ряд существенных недостатков, снижающих качество изготавливаемых изделий, повышающих их стоимость и ограничивающих технологические возможности производства в целом.

Было установлено, что для пластического формообразования осесимметричных деталей с двумя торцевыми утолщениями определенные способы и штампы неприемлемы в прин-

ципе [14 – 24, 30, 36], несмотря на отдельные положительные частные технические решения. Другие требуют специального дорогостоящего технологического оборудования [32, 35] или сложной штамповой оснастки [25, 27, 31, 32, 34]. Некоторые варианты проблематичны для комплексной автоматизации процесса изготовления указанных деталей [13, 26 – 28] или предусматривают поочередное малоэффективное пластическое формообразование торцевых утолщений [33].

Для реализации одновременной высадки торцевых утолщений на цилиндрической (трубной) заготовке или полуфабрикате, имеющем предварительно сформированный срединный участок, был спроектирован автоматизированный штамп с пуансоном специальной конструкции. Разработанная штамповая

оснастка содержит как наиболее удачные элементы известных конструктивных вариантов, так и ряд новых конструкторско-технологических решений.

Отмеченный ранее срединный участок, по которому осуществляется базирование заготовки (полуфабриката предварительных штамповочных операций) перед высадкой торцевых утолщений, формируется с целью обеспечения рациональной кинематики течения деформируемого материала при образовании данных утолщений различных геометрических размеров и формы. При этом помимо ступеней различного диаметра с той же целью на мерной цилиндрической заготовке (рис. 1) предварительно могут быть получены торцевые глухие полости, конусные участки у торцов и прочее.

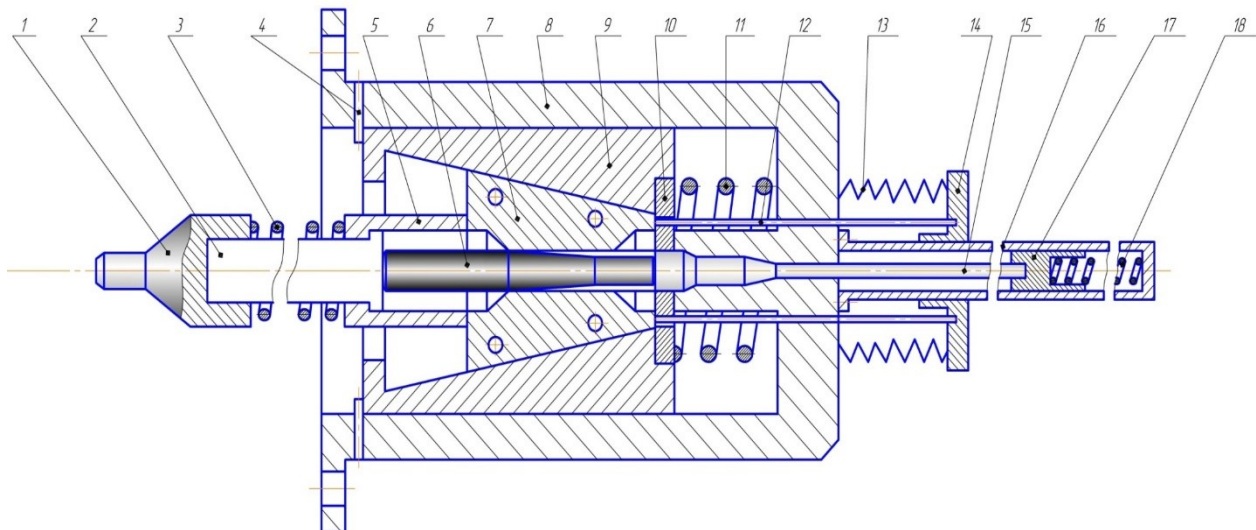


Рис. 1. Положение подвижных частей штампа непосредственно перед штамповкой торцевых утолщений на сплошной стержневой заготовке

При проектировании было принято, что разработанные конструкции штампа и пуансона устанавливаются на горизонтальных холодновысадочных автоматах с пооперационной сменой инструментального узла. Загрузка заготовок в штамп предусмотрена с помощью механизма лотково-шиберной подачи, осуществляющей поочередную выставку заготовок на линию подачи, и последующим захватом их пуансоном с подачей в зону обработки.

Конструкция разработанного штампа содержит следующий комплект деталей (см. рис. 1): 1 – хвостовик пуансона; 2 – деформирующий вкладыш пуансона; 3 – пружина пуансона; 4 – штифты для крепления в корпусе штампа вставки с конической внут-

ренней поверхностью; 5 – кольцо пуансона, сводящее разъемные полуматрицы штампа; 6 – заготовка; 7 – разъемные, подпружиненные полуматрицы штампа для радиального разведения; 8 – корпус штампа; 9 – вставка в корпус штампа; 10 – кольцо, запрессованное во вставку; 11 – пружина 1 штампа, поддерживающая неразъемное соединение вставки 9 и кольца 10; 12 – стержни, возвращающие полуматрицы в исходное, крайнее левое, положение; 13 – пружина 2 растяжения, действующая на стержни 12; 14 – ограничитель, в котором закреплены стержни 12 и пружина растяжения 13; 15 – выталкиватель, принимающий заготовку при загрузке штампа и извлекающий из него отштампованный полу-

фабрикат; 16 – стакан с фланцем для монтажа извлекающего узла; 17 – направляющая выталкивателя 15; 18 – пружина 3 штампа, возвращающая выталкиватель 15 в исходное крайнее левое положение.

Сам штамп монтируется на неподвижной части горизонтального холодновысадочного автомата, а специальный пуансон – на его подвижном ползуне.

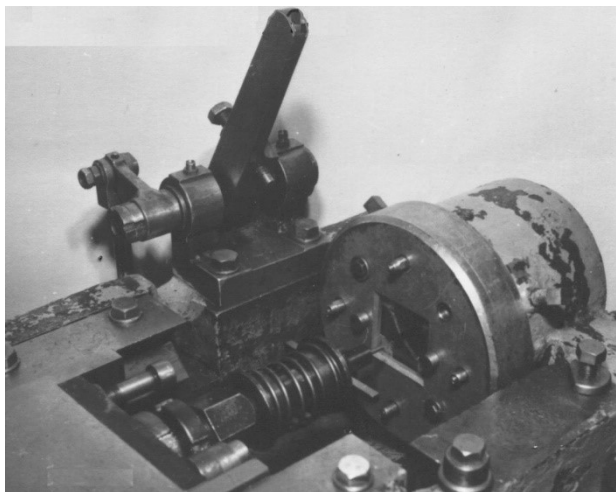


Рис. 2. Размещение специального пуансона и штампа в горизонтальном холодновысадочном автомате

При сборке штампа предварительно монтируют сборочную единицу: в корпус 8 штампа помещают вставку 9 и, преодолевая сопротивление пружины 11, крепят штифтами 4.

Разработанная штамповая оснастка работает следующим образом. После подачи шибера устройством очередной заготовки на линию загрузки – обработки осуществляется рабочий ход ползуна со специальным пуансоном и деформирующий вкладыш 2 пуансона досылает заготовку 6 в штамп до места обработки. При этом осуществляется растяжение пружины 13, сжатие пружины 18 и перемещение вправо стержней 12, ограничителя 14, выталкивателя 15, стакана с фланцем 16 и направляющей 17 выталкивателя.

Заготовка 6 останавливается, когда выталкиватель 15 своей конической поверхностью упрется в ответную коническую полость, которая расположена в донной части корпуса штампа. Соответственно останавливается и деформирующий вкладыш 2 пуансона. При дальнейшем рабочем ходе пуансона кольцо пуансона 5 сводит разъемные полуматрицы 7 штампа по конической поверхности вставки 9 до полного смыкания. Пружина 3 пуансона сжимается, подпирая разъемные полуматрицы

7, и осуществляется высадка обоих торцевых утолщений на заготовке.

При обратном ходе пуансона все подвижные элементы штампующего устройства возвращаются в исходное положение. Пружина растяжения 13 возвращает разъемные полуматрицы перемещением стержней 12 в исходное, крайнее левое, положение, а выталкиватель 15, действием пружины 18, извлекает отштампованный полуфабрикат из штампа, и он падает в соответствующую тару. Далее цикл повторяется.

При проектировании данного штампа учтены следующие основные аспекты принятых технических решений:

1. Величина горизонтального возвратно-поступательного перемещения разъемных полуматриц 7 должна быть такой, чтобы в крайнем левом (разведенном) состоянии между указанными полуматрицами образовывался вертикальный зазор, позволяющий выталкивателю 15 полностью извлечь отштампованный полуфабрикат из зоны обработки.

2. Длина выталкивателя 15, стакана с фланцем 16 и пружины 18 должны обеспечивать удаление отштампованного полуфабриката из штампа полностью, с выходом переднего (левого, см. рис. 1) торца выталкивателя на 5... 10 мм из торца корпуса 8 штампа, что обеспечит возможность указанному полуфабрикату упасть на провал в соответствующую тару и обеспечит качественный захват от клювно-шиберного механизма следующей заготовки.

3. Вертикальное перемещение полуматриц 7 при их движении по конической поверхности вставок 9 производится действием специальных пружин (на рис. 1 не показаны), вставленных между полуматрицами в соответствующие глухие отверстия в них. Данные пружины должны обеспечивать качественное сомкнутое состояние полуматриц в крайнем правом положении и полное разведение и контакт с конической поверхностью вставки 9 в крайнем левом положении.

4. Длина стержней 12 и параметры пружины растяжения 13 должны гарантировать стабильное горизонтальное перемещение полуматриц в крайнее левое положение при обратном ходе пуансона. При этом указанные стержни, кроме фиксации в ограничителе 14, с малым зазором проходят через специальные отверстия, выполненные в кольце 10.

5. Надежное сомкнутое состояние полуматриц непосредственно на этапе пластического формообразования торцевых утолщений осу-

ществляется силовым воздействием сжатой, достаточно мощной, пружиной 3 пуансона.

Одним из широко применяемых вариантов использования осесимметричных деталей с двумя торцевыми утолщениями и сквозной осевой полостью являются поршни в насосных агрегатах различного назначения. Одновременная двухсторонняя высадка торцевых утолщений (без переустановки полуфабрикатов перед очередными формообразующими операциями) обеспечивает качественную соосность их наружных диаметров [1].

Разработка конструкций оригинальных устройств, содержащих осесимметричные цанговые детали с торцевыми утолщениями и осевой полостью

Кроме деталей различного назначения, имеющих двухсторонние торцевые утолщения и осевую полость, особое место занимают детали с цанговыми секторными участками, образующимися за счет прорезки на заключительных операциях механической обработки меридиональных глубоких узких пазов (рис. 3).

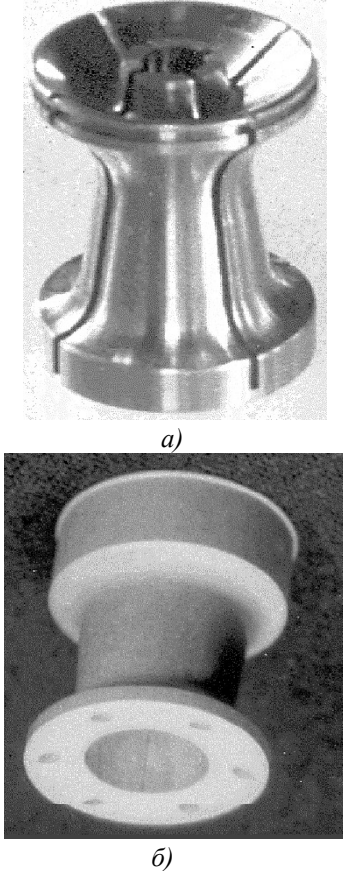


Рис. 3. Полуфабрикаты деталей с двумя ортогональными меридиональными глубокими узкими пазами и отверстиями в нижнем торцевом утолщении: а – не просверлены отверстия в нижнем торце; б – пазы еще не прорезаны

В донной части нижнего торца остается перемычка, соединяющая надрезанные сектора в монолитную деталь. В указанном нижнем торцевом утолщении просверливают определенное количество отверстий для подачи рабочей среды под давлением в полость между торцевыми утолщениями. Такую деталь, обладающую способными пружинить удлиненными секторными отрезками, можно использовать как поршень, установленный в корпус пневмо- или гидроцилиндра.

Указанная осесимметричная деталь с торцевыми утолщениями должна иметь центральное отверстие под стержневую внешнюю деталь, которой необходимо сообщить значительную осевую нагрузку. Подавая сжатый под давлением воздух (газ, жидкость) через соответствующие штуцеры (отверстия) поочередно в находящиеся около торцов правый и левый участки корпусного цилиндра, можно получить оригинальные новые технические решения.

Наиболее нетехнологичной и проблематичной для реализации в условиях крупносерийного и массового производства является операция прорезки узких глубоких пазов в исследуемых осесимметричных деталях с торцевыми утолщениями. Исследования показали, что данную операцию целесообразно выполнять алмазными отрезными кругами на металлической основе с поддержанием режущей способности круга электроэрозионными разрядами [37, 38]. Использование электроэрозионной очистки круга обусловлено большой склонностью алюминиевых сплавов к налипанию, которое практически исключает возможность обработки узким алмазным кругом, если не удалять микроструктуру снятого металла.

Как было отмечено ранее, известна достаточно широкая номенклатура малогабаритных дизельных, пневматических и гидравлических молотов, предназначенных для забивания различных стержневых элементов в грунт (рис. 4).

Однако существенным недостатком всех установленных при патентном исследовании устройств является то, что последовательное многократное их силовое воздействие на забиваемый элемент осуществляется ударом в верхний торец, поэтому забивание длинных и неустойчивых к изгибу стержневых конструкций является проблематичным.

Спроектированное устройство цангового типа для силового пошагового забивания в грунт длинных стержневых элементов (пнев-

матический молот) работает следующим образом (рис. 5).



Рис. 4. Гидравлический молот Нусон (Дания, российский дилер – «Даймонд Тул») для забивания труб, свай, стержней и столбов в грунт

Предварительно забиваемый стержневой или трубный элемент вставляется в сквозное отверстие в данном пневмомолоте, и вся конструкция в сборе выставляется вертикально. При этом пневмомолот крепится в специальном регулируемом каркасе (на рис. 5 не показан) на удобном для выполнения операции расстоянии от поверхности грунта. При необходимости, выступающая вверх от молота часть забиваемого стержневого элемента также фиксируется вертикально с помощью специальной траверсы (на рис. 5 не показана).

После проведения указанных подготовительных мероприятий, сжатый воздух подается вначале в правый (нижний после установки пневмомолота) штуцер, что приводит к перемещению в левое крайнее положение поршень 2 и сборочную единицу, состоящую из герметизирующей втулки 6 и запрессованного в нее сменного вкладыша 5. При этом кантовый участок поршня 2 упруго разжат и забиваемый элемент остается неподвижным.

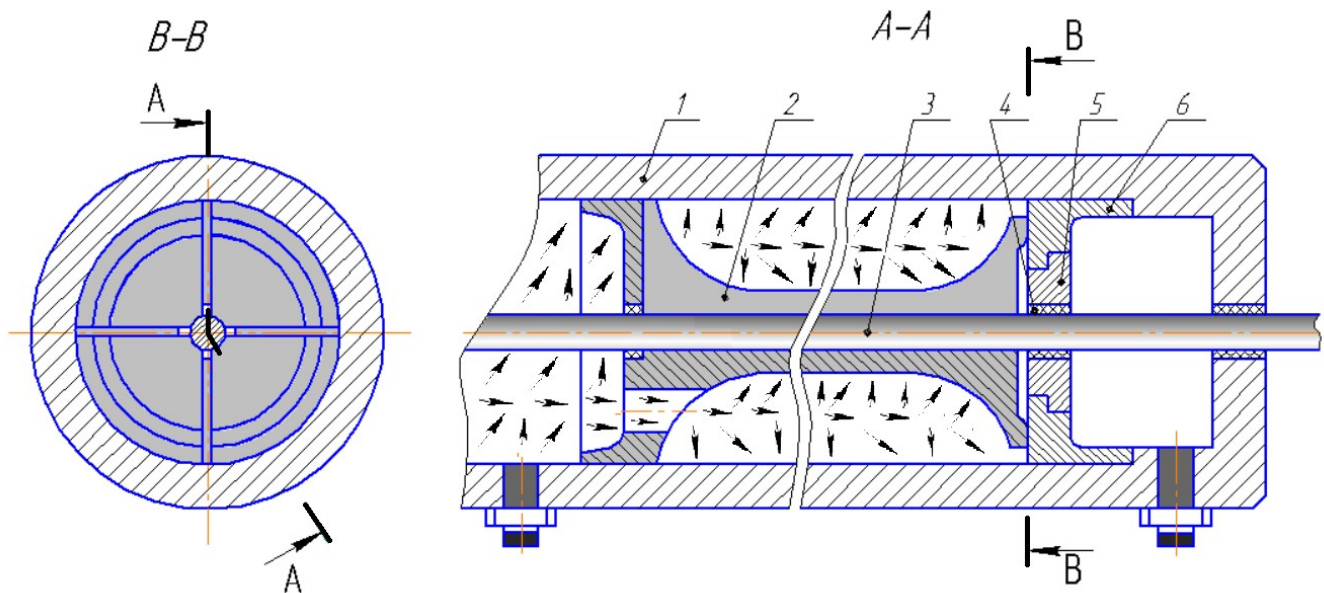


Рис. 5. Разработанное устройство кантового типа для силового пошагового забивания в грунт длинных стержневых элементов:

1 – корпус пневматического молота; 2 – осесимметричная деталь кантового типа с торцевыми утолщениями (поршень); 3 – забиваемый в грунт стержневой или трубный элемент; 4 – эластичные прокладки; 5 – сменный вкладыш; 6 – герметизирующая втулка

На следующем этапе через соответствующее пневмораспределительное устройство сжатый воздух подается в левый (верхний после установки) штуцер. При этом указанный сжатый воздух через систему отверстий, просверленных в донном участке кантового поршня, проникает в полость между торцевы-

ми утолщениями поршня, сжимая кантовые сектора и плотно охватывая соответствующий участок забиваемого элемента.

Одновременно сжатый воздух воздействует и на наружную поверхность донного участка поршня, перемещая этот поршень вместе с захваченным забиваемым элементом и указан-

ной ранее сборочной единицей обратно, в крайнее правое положение, реализуя при этом первый шаг забивания в грунт указанных особых элементов.

Соотношение между отдельными этапами реализации данного процесса, имеется в виду между надежным захватом и зажимом забиваемого элемента цанговыми секторами поршня и их совместном перемещении при выполнении какого-либо шага забивания, регулируется рядом факторов, таких как: уровень давления сжатого воздуха; длина пневмоцилиндра; количество и диаметр отверстий в основании поршня; шероховатость поверхностей сцепления секторных участков поршня и забиваемого элемента и других.

На следующем этапе после стравливания сжатого воздуха из полости между торцевыми утолщениями поршня, когда его секторные участки упруго разжимаются, освобождая из захвата забиваемый элемент, сжатый воздух через распределительное автоматизированное устройство вновь подается в правый штуцер, приводя подвижную систему разработанного пневматического молота в исходное состояние. Далее цикл повторяется шаг за шагом до

необходимого положения забиваемого элемента относительно грунта.

Предлагаемая конструкция исключает необходимость силового воздействия (удара) по верхнему торцу забиваемой в грунт конструкции, и расширяет технологические возможности применения аналогичных технических устройств путем обеспечения возможности пошагового забивания удлиненных, неустойчивых к изгибу элементов.

С применением аналогичной цанговой детали с торцевыми утолщениями разработана ствольная насадка к поршневым строительным монтажным пистолетам [39, 40], позволяющая забивать в бетонные, стальные и прочие конструкции дюбельные детали, имеющие выступающий стержневой участок меньшей прочности и стойкости к изгибу (опоры, элементы для последующего монтажа и т.д.). Плотный охват выступающей части дюбельной детали цанговыми секторами (рис. 6), под действием пороховых газов при забивании, обеспечивает ее сохранность. После стравливания пороховых газов цанговые сектора разжимаются и монтажный пистолет снимается с забитой дюбельной детали.

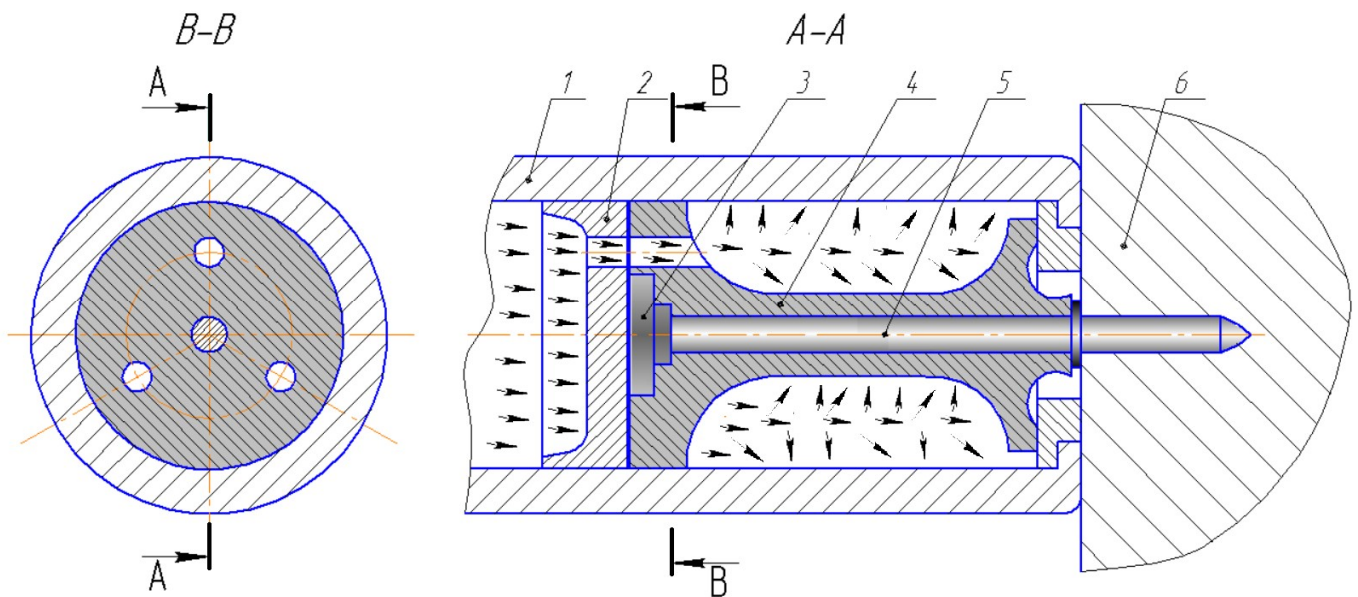


Рис. 6. Разработанная конструкция ствольной насадки к строительному монтажному пистолету

Для повышения прочности нижнее торцевое утолщение 2 выполняют более массивным и дополняют каленым стальным опорным подпятником 3.

Основные результаты и выводы

В результате опытных конструкторско-

технологических разработок получены следующие основные результаты и выводы:

1. Спроектирована и прошла опытную апробацию конструкция автоматизированного штампа с разъемными по меридиональной плоскости полуматрицами и пуансона специальной конструкции для горизонтальных холдновысадочных автоматов, обеспечиваю-

щих:

- автоматизированную загрузку в рабочую полость штампа (в частности, с помощью лотковой клювко-шиберной подачи) мерных цилиндрических заготовок и отштампованных полуфабрикатов, а также их удаление на провал в тару после окончания очередной формообразующей операции;

- точную фиксированную выставку заготовок относительно деформирующего инструмента, в зависимости от конфигурации изготавливаемой детали, её размеров и формы торцевых утолщений;

- плотность и стабильность смыкания рабочих полуматриц в период непосредственно пластического формообразования путем обоснованного выбора для конкретного изготавливаемого изделия параметров пружины 3 пуансона и угла конусности вставок 9.

2. Для пневмо- и гидромолотов и разработана конструкция специального узла с поршневой деталью, имеющей торцевые утолщения и цанговые сектора, обеспечивающего возможность пошагового забивания в грунт удлиненных, неустойчивых к изгибу стержневых элементов и конструкций. Это расширяет технологические возможности применения указанных молотов для случаев, когда приложение силовой ударной нагрузки к верхнему торцу забиваемой детали проблематично или не представляется возможным.

3. Спроектирована ствольная насадка к поршневому строительному пистолету, позволяющая забивать в бетонные и стальные конструкции дюбельные детали с выступающими (из конструкции после забивания) стержневыми участками меньшей прочности или обладающими повышенной склонностью к изгибу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **ГОСТ 16514-96.** Гидроприводы объемные. Гидроцилиндры. Общие технические требования. М.: ИПК «Издательство стандартов», 2001. – 5 с.
2. **ГОСТ 34252-2017 (ISO 15783:2002).** Насосы центробежные герметические. Технические требования. Класс П. М.: ИПК «Стандартинформ», 2018. – 49 с.
3. **А.с. 564385 РФ.** Свайный дизель-молот // В.И. Телов, С.Г. Фоменко, А.С. Одинцов; ЛИИЖТ им. акад. В.Н. Образцова. – № заявки 2190421/33. – заявл. 18.11.1975. – опубл. 05.07.1977. Бюл. 25. – 5 с.
4. **Пат. RU 2164981.** Дизель-молот // К.А. Авдеев, М.В. Маливанов; ТулГУ; № заявки 99126229/03. – заявл. 15.12.1999. – опубл. 10.04.2001. – Бюл. № 10. 13 с.
5. **Пат. RU 2393295.** Свободнопоршневой дизель-молот // Е.Н. Еременко; Е.Н. Еременко; № заявки 2009111625/03. – заявл. 30.03.2009. – опубл. 27.06. 2010. – Бюл. № 18. 7 с.
6. **Пат. RU 2517290.** Гидромолот. // С.Г. Фоменко, О.К.

Адамова, А.А. Тарасов и др.; ФБУ «З ЦНИИ МО РФ». № заявки 2012145050/03. – заявл. 24.10.2012. – опубл. 27.05.2014. – Бюл. № 15. 10 с.

7. **Пат. RU 2104148.** Гидравлический молот (варианты) // Институт гидродинамики им. М.А. Лавреньева; № заявки 95104636/28. – заявл. 28.03.1995. – опубл. 10.02.1998. – Бюл. 4. 14 с.

8. **Пат. RU 2333316.** Гидромолот // П.А. Захаров, А.Г. Богаченков, В.М. Ермолаев; ООО «РОПАТ ПЛЮС». – № заявки 2006143500/03. – заявл. 07.12.20006. – опубл. 10.09.2008. – Бюл. № 25. 5 с.

9. **Пат. RU 2333317.** Гидромолот // В.А. Кувшинов, В.М. Ермолаев; ООО «РОПАТ ПЛЮС». – № заявки заявл. – 01.02.2006. – опубл. 10.09.2008. – Бюл. № 25. 7 с.

10. **Пат. RU 2149956.** Пневматическое устройство для забивания в грунт длинномерных элементов, например, труб // Х.М. Ткач, А.Я. Тишков, Л.И. Гендлина и др.; инст-т горного дела СО РАН. – заявл. 24.03.1999. – опубл. 27.05. 2000. – Бюл. № 15. 11 с.

11. **Пат. RU 2440460.** Пневмоударная машина для забивания инструментов в грунт // П.Н. Тамбовцев; инст-т горного дела СО РАН. – заявл. 28.06.2010. – опубл. 20.01.2012. – Бюл. № 2. 9 с.

12. **Пат. RU 2276229.** Пневмоударная машина для забивания стержней в грунт // П.Н. Тамбовцев, А.Я. Тишков; инст-т горного дела СО РАН. – заявл. 14.12.2004. – опубл. 10.05.2006. – Бюл. № 13. 7 с.

13. **А.с. 548350 РФ.** Штамп для высадки торцевых утолщений на стержневых заготовках // Б.С. Тышковский, В.С. Ферберова, Г.В. и др. – № заявки 2138997. – опубл. 28.02.1977. – Бюл. № 8. 7 с.

14. **А.с. 1063519 РФ.** Способ штамповки деталей // А.И. Осколков, М.И. Поксваткин, А.С. Торхов и др. НПО «Алтайский НИИ технологии и машиностроения». – заявл. 10.04.1982. – опубл. 30.12.1983. – Бюл. № 48. 3 с.

15. **Пат. RU 2010663.** Способ поспелова высадки изделий типа стержня с головкой и многогранным подголовником // А.Л. Поспелов; А.Л. Поспелов. – № заявки 4944968/27. – заявл. 14.06.1991. – опубл. 15.04.1994. – Бюл. № 11. 4 с.

16. **Пат. RU 2016691.** Способ высадки деталей с прямым шлицем на головке // Н.И. Максимов; Н.И. Максимов; № заявки 5060523/27. – заявл. 28.09.19902. – опубл. 30.07.1994. – Бюл. № 22. 7 с.

17. **Пат. RU 2053087.** Устройство для высадки утолщений на цилиндрических деталях // Д.В. Хван, О.В. Соловьев, Е.В. Пешков и др.; Воронежский политех-кий инст-т; № заявки 4945176/08. – заявл. 13.06.1991. – опубл. 27.01.1996. – Бюл. № 3. 4 с.

18. **Пат. RU 2056206.** Способ штамповки стержней с фланцем // Л.С. Темянко, А.Ф. Мишин, Ю.П. Аученков и др.; АО «ГАЗ». – № заявки 94026832/08. – заявл. 18.07.1994. – опубл. 20.03.1996. – Бюл. № 8. 9 с.

19. **Пат. RU 2092267.** Способ изготовления стержневых крепежных деталей с головкой // В.Я. Герасимов, Н.В. Парышев, В.П. Егий; предприятие «Кургансталь-мост»; № заявки 96103406/02. – заявл. 16.12.1996. – опубл. 10.10.1997. – Бюл. № 28. 3 с.

20. **Пат. RU 2168386.** Способ высадки закладных болтов с головкой с радиальными отростками, устройство для предварительного формообразования отростков, устройство для окончательного формообразования отростков // Е.Н. Хохлов, А.Д. Карташов; Е.Н. Хохлов, А.Д. Карташов; № заявки 99120925/02. – заявл. 01.10.1999. – опубл. 10.06.2001. – Бюл. № 16. 13 с.

21. **Пат. RU 2336143.** Способ изготовления стержневых изделий с головкой и коническим участком на стержне // С.В. Адамчук, В.Л. Трахтенгерц, В.И. Артюхин и др.; ОАО «Магнитогорский метизно-калибровочный завод «ММК-МЕТИЗ». – № заявки 20007120734/02. – заявл. 05.06.2007. – опубл. 20.10.2000. – Бюл. № 29. 9 с.

22. Пат. RU 2419505. Изготовление поковок типа стержня с фланцем // Е.И. Семенов, О.А. Белокуров, А.А. Гудов и др.; ГОУ ВПО Московский гос-ный индустриальный университет; № заявки 2009136535/02. – заявл. 05.10.2009. – опубл. 27.05.2011. – Бюл. № 15. 8 с.

23. Пат. RU 2596511. Способ изготовления деталей типа стержня с утолщением // В.В. Девятков; В.В. Девятков. – № заявки 2015119337/02. – заявл. 22.05.2015. – опубл. 10.09.2016. – Бюл. № 25. 3 с.

24. Пат. RU 2628596. Устройство для штамповки деталей с удлиненной осью // Ю.П. Катрич, М.В. Гусев; ФГА-ОУ ВО «МФ-ТИ (государственный университет)». – № заявки 2016143419. – заявл. 03.11.2016. – опубл. 21.08.2017. – Бюл. № 24. 6 с.

25. А.с. 167130 РФ. Устройство для двухсторонней высадки деталей стержневого типа // Г.П. Фуга, Л.П. Пономарев, В.Г. Высоцкий. – № заявки 817010/25-8. – заявл. 28.01.1963. – опубл. 12.12.1964. – Бюл. № 24. 5 с.

26. А.с. 626871 РФ. Штамп для однопереходной высадки утолщений на стержневых заготовках // Б.В. Суворов, А.Г. Капитонов; предприятие п/я Г-4086. – № заявки 2471191/25-27. – заявл. 11.04.1977. – опубл. 05.10.1978. – Бюл. № 37. 5 с.

27. А.с. 640810 РФ. Штамп для высадки утолщений на стержнях // Е.А. Кузьмин, Б.К. Тихомиров, Л.В. Панфиленок; КБ технол-го оснащ-я «Микрон». – № заявки 2451964. – заявл. 14.02.1977. – опубл. 05.01.1979. – Бюл. № 1. 5 с.

28. А.с. 774752 РФ. Штамп для двухсторонней высадки // Ю.С. Маказан, А.Е. Одинок, Ф.А. Резниченко; Запорожский П-КиТИ МАП. – № заявки 2704899. – заявл. 04.01.1979. – опубл. 30.10.1980. – Бюл. № 40. 6 с.

29. А.с. 774753 РФ. Клиновой штамп для двухсторонней высадки стержневых деталей с головками // А.И. Шевченко, В.И. Подмогильный; Краматорский Н-ИИП-ТИ машиностроения; № заявки 2720206/25-27. – заявл. 29.01.1979. – опубл. 30.10.1980. – Бюл. № 40. 4 с.

30. А.с. 878403 РФ. Устройство для высадки утолщений на концах заготовок типа стержней // А.А. Родионов, И.В. Ганжов, Н.А. Журинов и др.; предприятие п/я М-5671. – № заявки 2880141. – заявл. 07.02.1980. – опубл. 07.11.1981. – Бюл. № 41. 5 с.

31. А.с. 1224076 РФ. Устройство для двухсторонней высадки утолщений на стержневых заготовках // Ю.А. Колобанов, А.Л. Петров, В.В. Толмасов и др.; Н-ИИП-ТИ тракторных и комбайновых двигателей. – № заявки 3601799. – заявл. 07.04.1983. – опубл. 15.04.1986. – Бюл. № 14. 5 с.

32. Пат. RU 2148462. Устройство для двусторонней электровысадки // Л.С. Темьянко, А.Ф. Мишин, Э.Б. Кригман и др.; ОАО «ГАЗ». – № заявки 981192250/02. – заявл. 21.10.1988. – опубл. 10.05.2000. – Бюл. № 13. 7 с.

33. А.с. 424638 РФ. Способ изготовления втулок с двухсторонними утолщениями // И.М. Жвик, А.С. Шаров; Ижевский механ-й инст-т. – № заявки 1891171. – заявл. 09.03.1973. – опубл. 25.04.1974. – Бюл. № 12. 4 с.

34. А.с. 893375 РФ. Устройство для высадки утолщений на концах труб // Г.В. Рыбин, П.Д. Югов, Б.М. Авдеев и др.; предприятие п/я Р-6837. – № заявки 2942048. – заявл. 22.05.1980. – опубл. 30.12.1981. – Бюл. № 48. 5 с.

35. А.с. 1183268 РФ. Устройство для высадки трубчатых заготовок // В.Е. Зябрев, А.В. Кадашов, Л.И. Смородин; предприятие п/я А-3813. – № заявки 3783312. – заявл. 21.06.1984. – опубл. 07.10.1985. – Бюл. № 37. 5 с.

36. Пат. RU 2686503. Способ комбинированной высадки концов труб // Н.М. Ведерников, Л.А. Павлов, В.А. Пропп; Челябинское ООО «КТИАМ». – № заявки 2018117630. – заявл. 11.05.2018. – опубл. 29.04.2019. – Бюл. № 13. 13 с.

37. Семенов, А.Д., Никиткин, А.С. Модель процесса электроэрозионного профилирования алмазных шлифо-

вальных кругов // Новые промышленные технологии. – 2009. – №3. – С.14 – 16.

38. Фотеев, Н.К. Расчет режимов электроэрозионной правки алмазных кругов на металлической связке // Алмазы и сверхтвердые материалы. – 1977. – Вып.1. – С. 5 – 8.

39. Пат. 2037394. Монтажный пистолет // Ю.Г. Гончаренко, Н.С. Пузиков; СМЛ АП МСП «Электрон». – № заявки 5049199/28. – заявл. 15.05.1992. – опубл. 19.06.1995. – Бюл. № 17. 4 с.

40. Пат. 2191104. Пороховой монтажный пистолет // Н.М. Пушкин, Н.В. Упилов, Е.М. Аксенов; ОАО «Тульский оружейный завод». – № заявки 2000119845/28. – заявл. 24.07.2000. – опубл. 20102002. – Бюл. № 29. 4 с.

REFERENCES

1. GOST 16514-96. *Volumetric Hydraulic Drives. Hydraulic Cylinders. General Technical Requirements*. М.: “Standard Publishers” ИПК, 2001. – pp. 5.

2. GOST 34252-2017 (ISO 15783:2002). *Hermetic Centrifugal Pumps. Technical Requirements. Class II*. М.: “Standardinform” ИПК, 2018. – pp. 49.

3. А.С. 564384 the RF. *Pile Diesel Hammer* // V.I. Telov, S.G. Fomenko, A.S. Odintsov; Obrastsov IERT. – application number: 2190421/33. – applied: 18.11.1975. – published: 05.07.1977. Bull. 25. – pp. 5.

4. Pat. RU 2164981. *Diesel Hammer* // K.A. Avdeev, M.V. Maliovanov; TulaSU; application number: 99126229/03. – applied: 15.12.1999. – published: 10.04.2001. – Bull. No.10. pp. 13.

5. Pat. RU 2393295. *Free-piston Diesel-Hammer* // E.N. Yeryomenko; E.N. Yeryomenko; application number: 2009111625/03. – applied: 30.03.2009. – published: 27.06.2010. – Bull. No.18. pp. 7.

6. Pat. RU 2517290. *Hydraulic Hammer*. // S.G. Fomenko, O.K. Adamova, A.A. Tarasov et al.; FBI “3 CRI DM RF”. Application number: 2012145050/03. – applied: 24.10.2012. – published: 27.05.2014. – Bull. No.15. pp. 10.

7. Pat. RU 2104148. *Hydraulic Hammer (Versions)* // Lavrentiev Institute of Hydrodynamics; application number: 95104636/28. – applied: 28.03.1995. – published: 10.02.1998. – Bull. 4. pp. 14.

8. Pat. RU 2333316. *Hydraulic Hammer* // P.A. Zakharov, A.G. Bogachenkov, V.M. Yermolaev; PC “ROPAT PLUS”. – Application number: 2006143500/03. – applied: 07.12.2006. – published: 10.09.2008. – Bull. No.25. pp. 5.

9. Pat. RU 2333317. *Hydraulic Hammer* // V.A. Kuvshinov, V.M. Yermolaev; PC “ROPAT PLUS”. – Application number. – 01.02.2006. – published: 10.09.2008. – Bull. No.25. pp. 7.

10. Pat. Ru 2149956. *Pneumatic Device for Driving Long Parts, for Example, Pipes into Ground* // H.M. Tkach, A.Ya. Tishkov, L.I. Gendlina et al.; Mining Institute of SB of the RAS. – applied: 24.03.1999. – published: 27.05.2000. – Bull. No.15. pp. 11.

11. Pat. RO 2440460. *Air Percussion Machine for Driving Tools into Ground* // P.N. Tambovtsev; Mining Institute SB of the RAS. – applied: 28.06.2010. – published: 20.01.2012. – Bull. No.2. pp.9.

12. Pat. RU 2276229. *Air-percussion Machine for Driving Bars into Ground* // P.N. Tambovtsev, A.Ya. Tishkov; Mining Institute SB of the RAS. – applied: 14.12.2004. – published: 10.05.2006. – Bull. No.13. pp. 7.

13. А.С. 548350 RF. *Die for End Bulge Heading on Bar Billets* // B.S. Tyshkovsky, V.S. Ferberova, G.V. et al. – appli-

cation number: 2138997. – published: 28.02.1977. – Bull. No.8. pp. 7.

14. A.C. 1063519 RF. *Method for Parts Punching* // A.I. Oskolkov, M.I. Poksevatkin, A.S. Torhov et al. SPA “Altay RI of Technology and Mechanical Engineering”. – applied: 10.04.1982. – Published: 30.12.1983. – Bull. No.48. pp. 3.

15. Pat. RU 2010663. *Pospelov's Method for Heading Products of Bar with Head and Polygon Neck* // A.L. Pospelov; A.L. Pospelov. – Application number: 4944968/27. – applied: 14.06.1991. – published: 15.04.1994. – Bull. No.11. pp. 4.

16. Pat. RU 2016691. *Method of Heading Parts with Right Slot of Head* // N.I. Maximov; N.I. Maximov; application number: 5060523/27. – applied: 28.09.1992. – published: 30.07.1994. – Bull. No.22. pp. 7.

17. Pat. RU 2053087. *Device for Heading Bulges on Cylindrical Parts* // D.V. Khvan, O.V. Soloviyov, E.V. Peshkov et al.; Voronezh Polytechnic Institute; application number 4945176/08. – applied. 13.06.1991. – published: 27.01.1996. – Bull. No.3. pp. 4.

18. Pat. RU 2056206. *Die Forming of Bars with Flange* // L.S. Temyanko, A.F. Mishin, Yu.P. Auchenkov et al.; PC “GAS”. – Application number: 94026832/08. – applied: 18.07.1994. – published: 20.03.1996. – Bull. No.6. pp. 9.

19. Pat. RU 2092267. *Method for Manufacturing Bar Fasteners with Head* // V.Ya. Gerasimov, N.V. Paryshev, V.P. Egy; Company “KurganSteelbridge”; Application number: 96103406/02. – applied: 16.12.1996. – published: 10.10.1997. – Bull. No.28. pp. 3.

20. Pat. RU 2168386. *Method for Heading Embedded Bolts with Head with Radial Extensions, Device for Preliminary Extension Shaping, Device for Final Extension Shaping* // E.N. Khokhlov, A.D. Kartashov; E.N. Khokhlov, A.D. Kartashov; Application number: 99120925/02. – applied: 01.10.1999. – published: 10.06.2001. – Bull. No.16. pp. 13.

21. Pat. RU 2336143. *Method for Manufacturing Bar Products with Head and Tapered Area of Bar* // S.V. Adamchuk, V.L. Trachtenherz, V.I. Artyukhin et al.; PC “Magnitogorsk Hardware-Calibration Plant “MMK-METIZ”. – Application number: 20007120734/02. – applied: 05.06.2007. – published: 20.10.2000. – Bull. No.29. pp. 9.

22. Pat. RU 2419505. *Manufacturing Forged Pieces of Rod with Flange Type* // E.I. Semyonov, O.A. Belokurov, A.A. Gudov et al.; SEI HVT Moscow State Industrial University; Application number 2009136535/02. – applied: 05.10.2009. – published: 27.05.2011. – Bull. No.15. pp. 8.

23. Pat. RU 2596511. *Method for Manufacturing Parts of Rod with Bulge Type* // V.V. Devyatov; V.V. Devyatov. – Application number: 2015119337/02. – applied: 22.05.2015. – published: 10.09.2016. – Bull. No.25. pp. 3.

24. Pat. RU 2628596. *Device for Die Forming Parts with Long Axle* // Yu.P. Katrich, M.V. Gusev; FSAEI HE “MFTI (State University)”. Application number: 2016143419. – applied: 03.11.2016. – published: 21.08.2017. – Bull. No.24. pp. 6.

25. A.C. 167130 RF. *Device for Double-sided Heading Parts of Rod Type* // G.P. Fuga, L.P. Ponomaryov, V.G. Vyotsky. – Application number: 817010/25-8. – applied: 28.01.1963. – published: 12.12.1964. – Bull. No.24. pp. 5.

26. A.C. 626871 RF. *Die for Bulge Single-pass Heading on Rod Workpieces* // B.V. Suvorov, A.G. Kapitonov; Co. m/b G-4086. – Application number: 2471191/25-27. – applied: 11.04.1977. – published: 05.10.1978. – Bull. No.37. pp. 5.

27. A.C. 640810 RF. *Die for Heading Bulges on Rods* // E.A. Kuzmin, B.K. Tikhomirov, L.V. Panfilyonok; DO of Technological Support “Micron”. – Application number: 2451964. – applied: 14.02.1977. – published: 05.01.1979. – Bull. No.1. pp. 5.

28. A.C. 774752 RF. *Die for Double-sided Heading* // Yu.S. Makazan, A.E. Odinets, F.A. Reznichenko; Zaporozhie P-K&TI MAP. – Application number: 2704899. – applied: 04.01.1979. – published: 30.10.1980. – Bull. No.40. pp. 6.

29. A.C. 774753 RF. *Wedge Die for Double-sided Heading Rod Parts with Heads* // A.I. Shevchenko, V.I. Podmogilny; Kramatorsk NI&PTI of Mechanical Engineering; Application number: 2720206/ 25-27. – applied: 29.01.1979. – published: 30.10.1980. – Bull. No.40. pp. 4.

30. A.C. 878403 RF. *Device for Heading Bulges on Workpiece Ends of Rod Types* // A.A. Rodionov, I.V. Ganzhov, N.A. Zhurin et al.; Application number: 2880141. – applied: 07.02.1980. – published: 07.11.1981. – Bull. No.41. pp. 5.

31. A.C. 1224076 RF. *Device for Double-sided Heading Bulges on Rod Workpieces* // Yu.A. Kolobanov, A.L. Petrov, V.V. Tolmasov et al.; N-IK-TI of Tractor and Harvesting Machine Engines. – Application number: 3601799. – applied: 07.04.1983. – published: 15.04.1986. – Bull. No.14. pp. 5.

32. Pat. RF 2148462. *Device for Double-sided Electric Heading* // L.S. Temyanko, A.F. Mishin, E.B. Krigman et al.; PC “GAS”. – Application number: 981192250/02. – applied: 21.10.1988. – published: 10.05.2000. – Bull. No.13. pp. 7.

33. A.C. 424638 RF. *Method of Manufacturing Bushes with Double-sided Bulges* // I.M. Zhvik, A.S. Sharov; Izhevsk Mechanical Institute. – Application number: 1891171. – applied: 09.03.1973. – published: 25.04.1974. – Bull. No.12. pp. 4.

34. A.C. 893375 RF. *Device for Bulge Heading on Pipe Ends* // G.V. Rybin, P.D. Yugov, B.M. Avdeev et al.; Enterprise m/b R-6837. – Application number: 2942048. – applied: 22.05.1980. – published: 30.12.1981. – Bull. No.48. pp. 5.

35. A.C. 1183268 RF. *Device for Pipe Billet Heading* // V.E. Zybrev, A.V. Kadashov, L.I. Smorodin; Enterprise m/b A-3813. – Application number: 3783312. – applied: 21.06.1984. – published: 07.10.1985. – Bull. No.37. pp. 5.

36. Pat. RU 2686503. *Method for Combined Pipe End Heading* // N.M. Vedernikov, L.A. Pavlov, V.A. Propp; PC “KTIAM” Chelyabinsk. – Application number. – 2018117630. – applied: 11.05.2018. – published: 29.04.2019. – Bull. No.13. pp. 13.

37. Semyonov, A.D., Nikitkin, A.S. Model of diamond abrasive disk electro-erosion profiling // *New Industrial Technologies*. – 2009. – No.3. – pp. 16.

38. Foteev N.K. Tool electro-erosion dressing mode computation for metal bind diamond disks // *Diamonds and Superhard Materials*. – 1977. – Issue 1. – pp. 5–8.

39. Pat. 2037394. *Mounting Gun* // Yu.G. Goncharenko, N.S. Puzikov; SML AP MSP “Electron”. – Application number 504919/28. – applied: 15.05.1992. – published: 19.06. – Bull. No.17. pp. 4.

40. Pat. 2911104. *Powder Mounting Gun* // N.M. Pushkin, N.V. Upirov, E.M. Aksyonov; PC “Tula Weapons Factory”. – Application number 2000119845/28. – applied: 24.07.2000. – published: 20.10.2002. – Bull. No.29. pp. 4.

Рецензент д.т.н.
Александр Владимирович Хандожко