

УДК 621.961

Роганов Л. Л.
Карнаух Д. С.
Карнаух С. Г.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАСТКИ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ТРУБ НА МЕРНЫЕ ЗАГОТОВКИ. СООБЩЕНИЕ 2

Операция разделения труб на мерные заготовки производится на всех машиностроительных предприятиях. Будучи неотъемлемой частью производственного процесса, резка труб в ряде случаев становится «узким местом», ограничивающим производственные возможности [1].

Правильный выбор способа разделки труб на заготовки имеет большое значение для повышения технико-экономических показателей кузнечно-штамповочного производства. Способ разделки исходных труб выбирают, исходя из марки сплава, серийности производства, требований, предъявляемых к качеству торцов отрезаемых заготовок, и точности их размеров. Требуемые заготовки можно получить разными способами отрезки. Наиболее рациональным является тот из них, который, обеспечивая получение необходимого качества заготовок, наиболее экономичен при заданном объеме производства. В работе [2] сделан вывод о том, что из всех известных способов разделения труб наиболее перспективными являются безотходные способы разрезки. В связи с выше изложенным становится очевидной необходимость совершенствования существующих и изыскания прогрессивных безотходных способов разделения труб и оборудования для их реализации [3].

Целью работы является разработка новых конструкций оборудования и оснастки для получения качественных трубных заготовок с улучшенными технико-экономическими показателями.

На основании проведенного анализа известных технологий разделения труб на мерные заготовки и оборудования для их реализации [2] разработана классификация способов разделения [2, см. рис. 1], с помощью которой предложены новые конструкции машин и оснастки.

Для обеспечения минимальной энергоемкости процесса разделения и высокого качества разделяемых заготовок из сортового проката и труб в работе [4] предложен новый способ разделения эксцентричным закручиванием. При отрезке эксцентричным закручиванием отрезаемая часть осуществляет круговое движение вокруг оси, смещенной по отношению к оси разрезаемого проката на величину эксцентриситета e , который не превышает величины радиуса проката r . Данный способ отрезки является совмещенным процессом: отрезки сдвигом и кручения и объединяет положительные стороны обоих процессов. При этом:

1. Подвижный режущий нож-втулка совершает сложное движение, относительно неподвижной части разделяемого проката, постепенно внедряясь в прокат на дуге охвата около 180° . При этом глубина внедрения ножа в прокат уменьшается по сравнению с отрезкой сдвигом. Таким образом, снижаются энергосиловые затраты по сравнению с отрезкой на кривошипных ножницах с поступательным перемещением инструмента.

2. Уменьшение силы отрезки в момент разделения снижает последствия явления мгновенной разгрузки оборудования, которое сопровождается разрушением фундамента, расслаблением соединений, кавитацией и т. д.

3. Процесс отрезки осуществляется плавно и бесшумно, что повышает культуру производства.

Для реализации данного способа разработана конструкция установки для разделения труб эксцентричным закручиванием (рис. 1) [5].

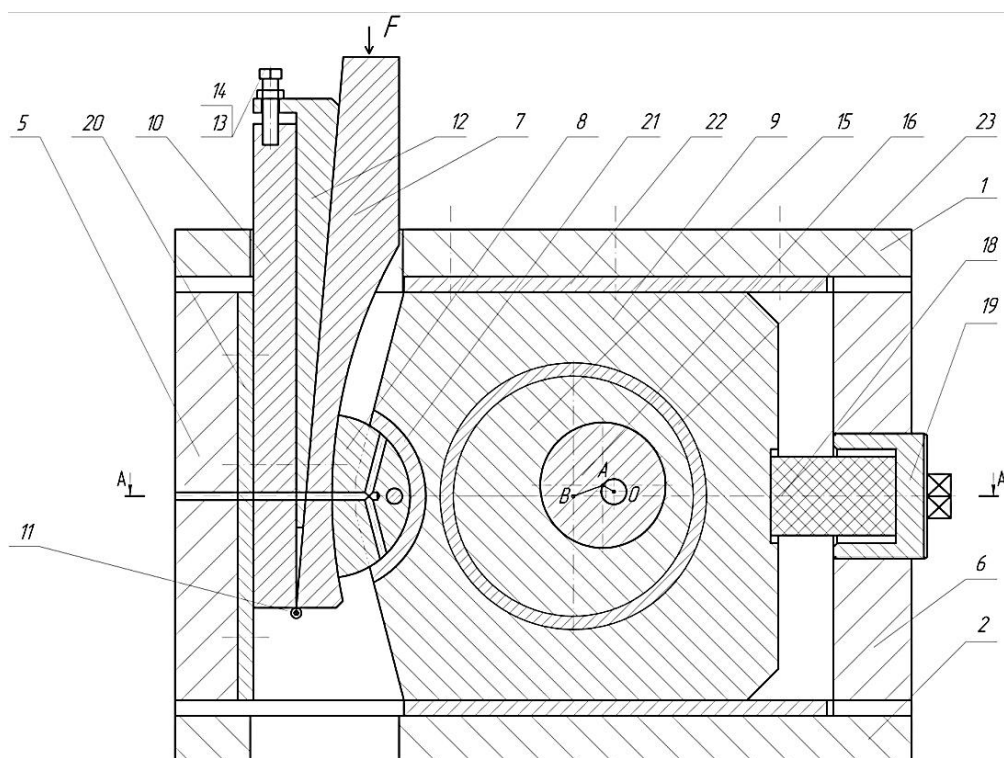


Рис. 1. Установка для разделения труб эксцентричным закручиванием

Устройство работает следующим образом. В исходном положении труба находится в отверстиях втулочных ножей: подвижного 16 и неподвижного (не показан). Под действием силы привода клин 7 перемещается вниз, взаимодействуя по криволинейной поверхности с шарниром 8, который поворачивается вокруг своей оси и колебательное движение шарнира 8 трансформируется в поступательное движение ползуна 9. При этом круговая шайба 15 вращается вокруг своей оси и выдавливает подвижной втулочный 16, который поворачивается в противоположную сторону на угол, достаточный для отрезки заготовки. После совершения рабочего хода ползун 9 возвращается в исходное состояние под действием силы буфера 18.

С целью повышения качества разделяемых заготовок за счет создания в зоне разделения благоприятного напряженно-деформированного состояния предложена новая конструкция устройства для отрезки трубчатых деталей (рис. 2). Устройство работает следующим образом. Разделяемая труба 4 зажимается в патроне 2 металлорежущего станка с помощью зажимных полуштуков 1. Отрезной ролик 4 и контролик 5 вводятся в контакт соответственно со внутренней и наружной поверхностью трубы 1. Патрон 2 станка вместе трубой 1 приводится во вращение. Одновременно осуществляется подача отрезного 4 и контролика 5 на врезание до полного отделения трубчатой заготовки. Цикл работы устройства возобновляется [6]. Отрезка происходит локально по периметру трубчатой заготовки, что обеспечивает снижение силы отрезки. Так как отрезаемая трубчатая заготовка с помощью отрезного ролика сдвигается в направлении от оси заготовки, а затем контроликом к центру заготовки, то проявляется эффект Баушингера, который заключается в снижении пределов пропорциональности, упругости и текучести материала в результате изменения знака нагрузки. Металл, подвергнутый слабой пластической деформации нагрузкой одного знака, обнаруживает при перемене знака нагружения пониженное сопротивление начальным пластическим деформациям. Эффект Баушингера связывают с наличием остаточных напряжений в наиболее деформированных зернах металла, которые, складываясь с рабочими напряжениями при изменении знака нагрузки, вызывают понижение указанных выше характеристик образца. Данный эффект также способствует снижению энергосиловых параметров разделения и повышению качества разделяемых трубчатых заготовок.

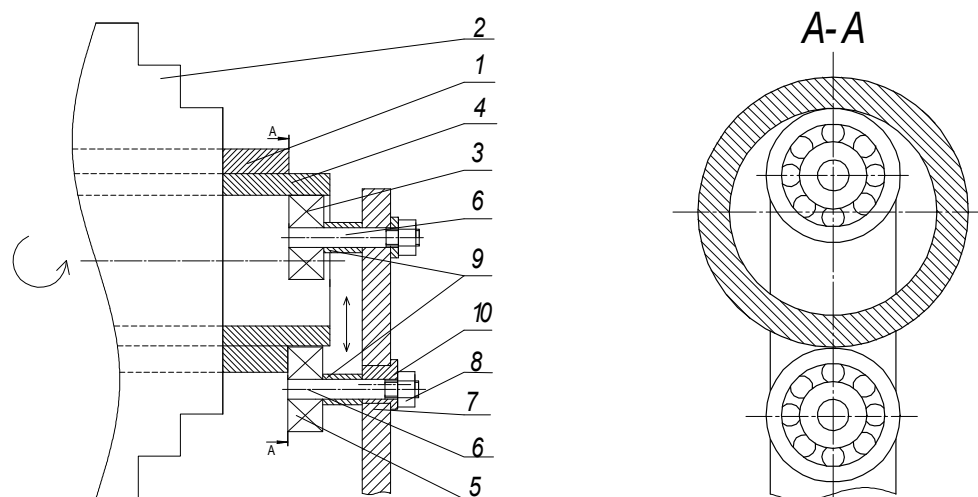


Рис. 2. Устройство для отрезки трубчатых заготовок от цилиндрической трубы

Для расширения технологических возможностей данное устройство может иметь конструкцию, представленную на рис. 3. Наклонное положение устройства (см. рис. 3, а) или дополнительное снабжение роликов дисками с острыми кромками (см. рис. 3, б) позволяет обеспечить нанесение эффективного концентратора напряжений в плоскости разделения, что также снижает энергосиловые параметры разделения и позволяет повысить качество разделяемых заготовок. При этом по мере проникновения режущих кромок роликов в трубу возникает пластическая деформация местного характера. Дальнейшее развитие пластической деформации приводит к срезу в плоскости действия роликов.

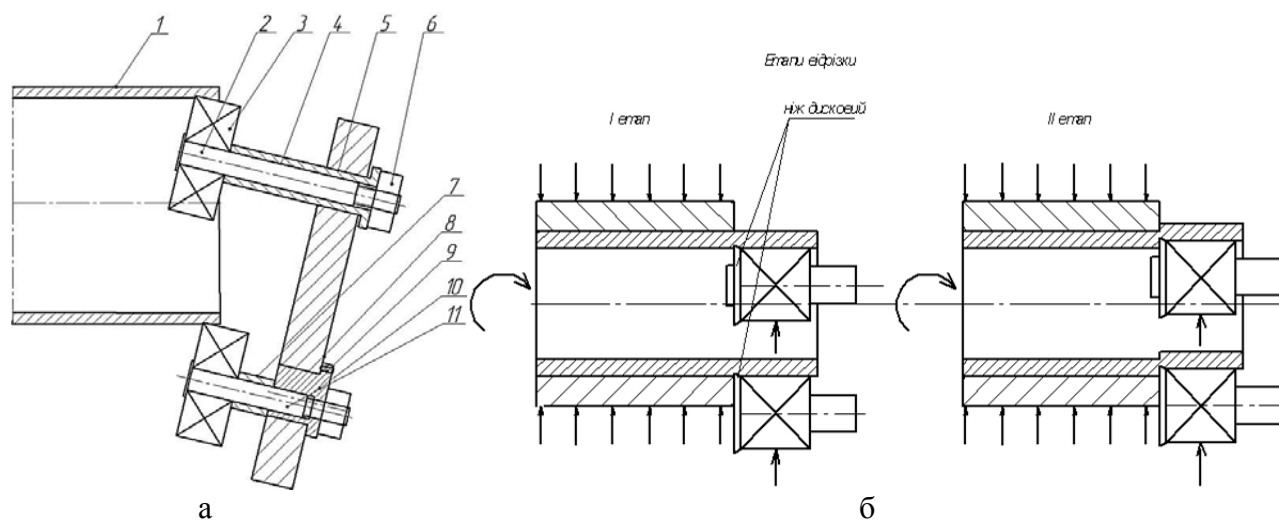


Рис. 3. Устройство для отрезки трубчатых заготовок от цилиндрической трубы [7]

Разработано устройство для отрезки труб (рис. 4), в котором внедрение клинового ролика в трубу приводит к пластическому вытеснению металла, что существенно снижает энергозатраты, так как разрезание трубы начинается сразу же при достижении уровня напряжений равных пределу текучести. В исходном положении ролики 5 и 11 прижимаются соответственно к внешней и внутренней поверхностям цилиндрической трубы 3 и установлены таким образом, что их режущие кромки располагаются в одной плоскости разделения, которая соответствует длине заготовки. После приложения крутящего момента T_p со стороны привода к наружному и внутреннему блокам ролики 5 и 11, за счет сил трения, смещаются в сторону уменьшения зазора соответственно между обоймой 4 и наружной поверхностью трубы 3 и оправкой 10 и внутренней поверхностью трубы 3. При этом происходит надрез трубы в плоскости разделения и окончательное отделение трубчатой заготовки [8].

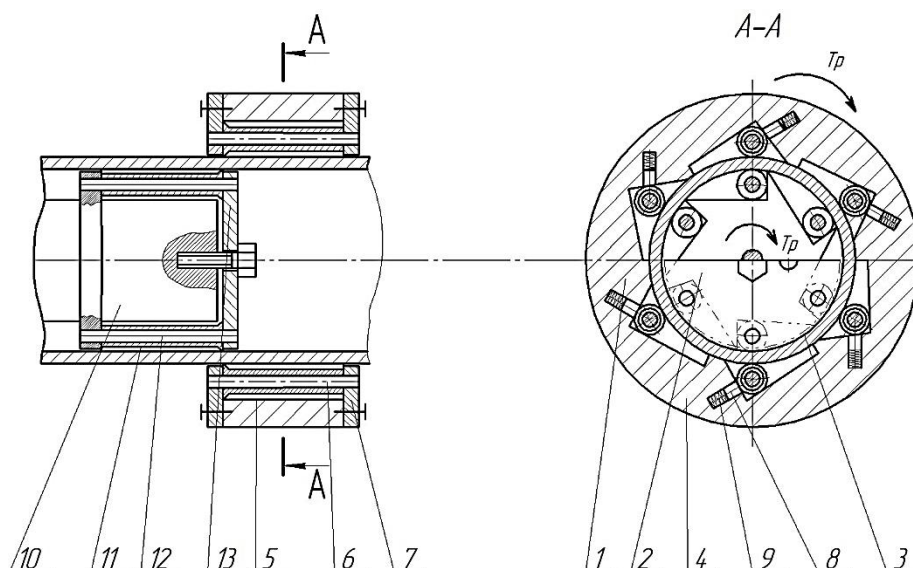


Рис. 4. Устройство для отрезки трубчатых заготовок от цилиндрической трубы

Разработана конструкция устройства для холодной ломки труб (рис. 5) [9]. Предложенная конструкция устройства не требует герметизации полости высокого давления, что значительно упрощает его конструкцию. При этом использование в качестве рабочего тела резины позволяет обеспечить равномерную нагрузку по периметру заготовки и исключить металлический контакт инструмента с трубой. В результате чего имеем меньшие значения контактных напряжений и минимальный уровень пластической деформации заготовок. При этом за один цикл работы машины осуществляется множественное разделение трубы, что повышает производительность процесса разделения.

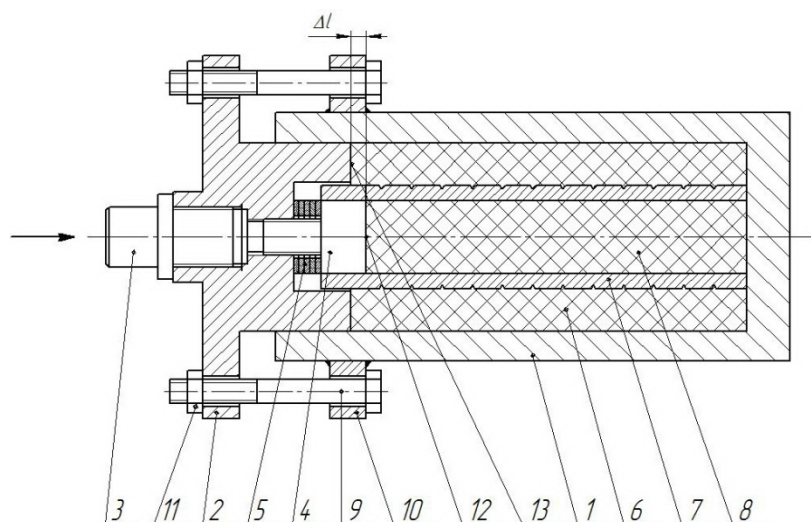


Рис. 5. Устройство для холодной ломки труб

Устройство работает следующим образом. В исходном положении труба с предварительно нанесенными концентраторами напряжений подается в полость корпуса 1, устанавливаются резиновые вставки 6,8, которые поджимаются штоком 2 с помощью болтов 9 и гаек 11. При этом торец 12 пуансона 4 с помощью шайбы 5 смещен относительно торца 13 штока 2 на величину Δl , что обеспечивает большую величину нагрузки с внутренней стороны трубы, чем с внешней на величину, которая исключает деформацию стенки трубы. Величина смещения Δl зависит от механических свойств материала трубы. Под действием внешней силы со стороны привода трубу 7 за счет деформации резиновых вставок 6, 8 равномерно нагружают с внутренней и внешней сторон высоким давлением. При достижении осевыми нагрузками

предельного значения в вершине концентратора напряжений наводится трещина, которая отламывает заготовку. При этом упрощается конструкция, повышается надежность работы машины и производительность процесса разделения труб на мерные заготовки, повышается культура производства.

Разработаны конструкции установок для разделения труб (рис. 6–8), в которых в качестве технологической среды для передачи трубе динамических нагрузок использована жидкость. В общем случае установка состоит из цилиндра 1, во внутренней полости которого располагается трубчатая заготовка 2 и бойка 3. Способ разделения труб заключается в том, что труба 2 с нанесенными множественными концентраторами напряжений вводится в кольцевую гидрополость цилиндра 1 и, сначала обжимается гидростатическим давлением, а затем нагружается гидродинамическим ударом.

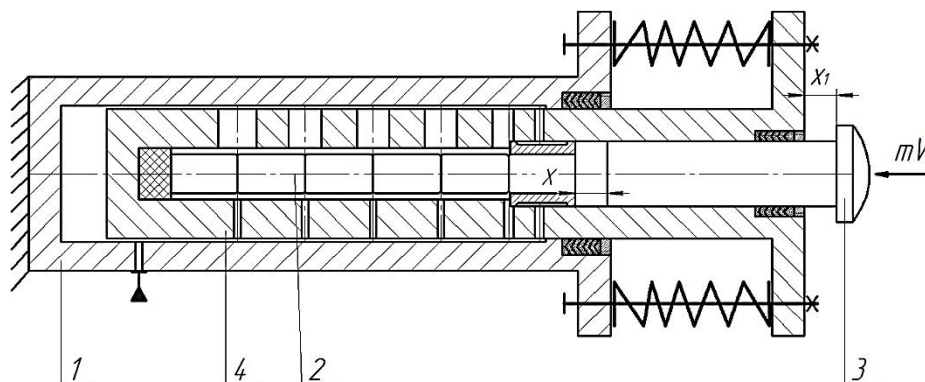


Рис. 6. Установка для разделения труб

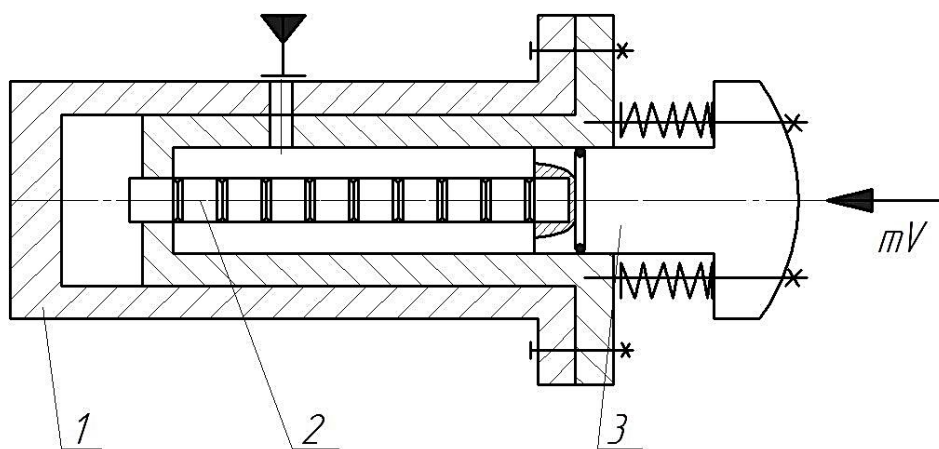


Рис. 7. Установка для разделения труб

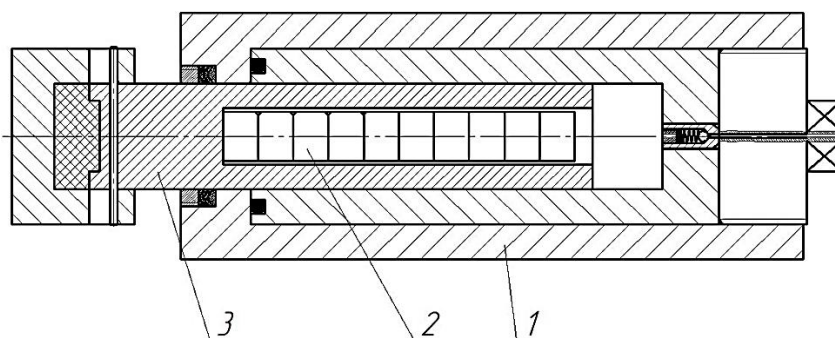


Рис. 8. Установка для разделения труб

Одновременное воздействие на трубу гидростатического давления, гидродинамического удара и ударной волны растяжения позволяет обеспечить высокое качество разделяемых заготовок и высокую производительность процесса, вследствие возможности множественного откола.

При гидростатическом обжатии трубы 2 вдоль концентраторов напряжений одновременно создаются осевые растягивающие и радиальные сжимающие напряжения. Жидкость под давлением проникнет в мельчайшие поры и создаст дополнительное расклинивание, содействующее появлению трещины. При гидравлическом обжатии трубы в зоне излома трещина растет устойчиво в ортогональном к его оси сечении, что повышает качество поверхности торца. При гидродинамическом нагружении трубы разрушение начинается сразу из многих точек по всему периметру концентратора напряжений. Увеличение величины импульса давления обеспечивает уменьшение пластической деформации при разрушении. Шероховатость поверхности разделяемого металла не превышает размера зерна. Одновременно при этом боек 3, ударяя о торец заготовки 2, создает в нем волну сжатия. Волна эта распространялась до второго торца и, отражаясь от него, превращалась в волну растяжения. Данный способ можно использовать для получения, как единичных заготовок, так и одновременного разделения всей штанги на их любое количество, как за счет одного ударного импульса большой амплитуды, так и за счет повторных импульсов растяжения малой длительности.

Особенностью конструкции установки (см. рис. 6) является то, что она снабжена внутренним плунжером 4, в котором выполнены отверстия: сверху трубы большего диаметра, снизу – меньшего диаметра. Так как жидкость сверху трубы воздействует на большую площадь, а снизу – на меньшую, а также учитывая, что время создания гидродинамического давления очень мало, этим в трубе создается изгибающий момент, который приводит к разрушению трубы в плоскости концентраторов напряжений, до момента выравнивания давления внутри корпуса. При этом уменьшается требуемая величина энергии, необходимая для гидродинамической ломки.

В установке (рис. 9) для безопорной ломки разделяемая труба 1 располагается внутри полиуретанового контейнера 2, который взаимодействует с двумя полувтулками 3. Полувтулки 3 установлены с возможностью взаимодействия по конической поверхности с плунжером 4 и крышкой 5. Плунжер 4 сопрягается по цилиндрической поверхности с бойком и корпусом 7.

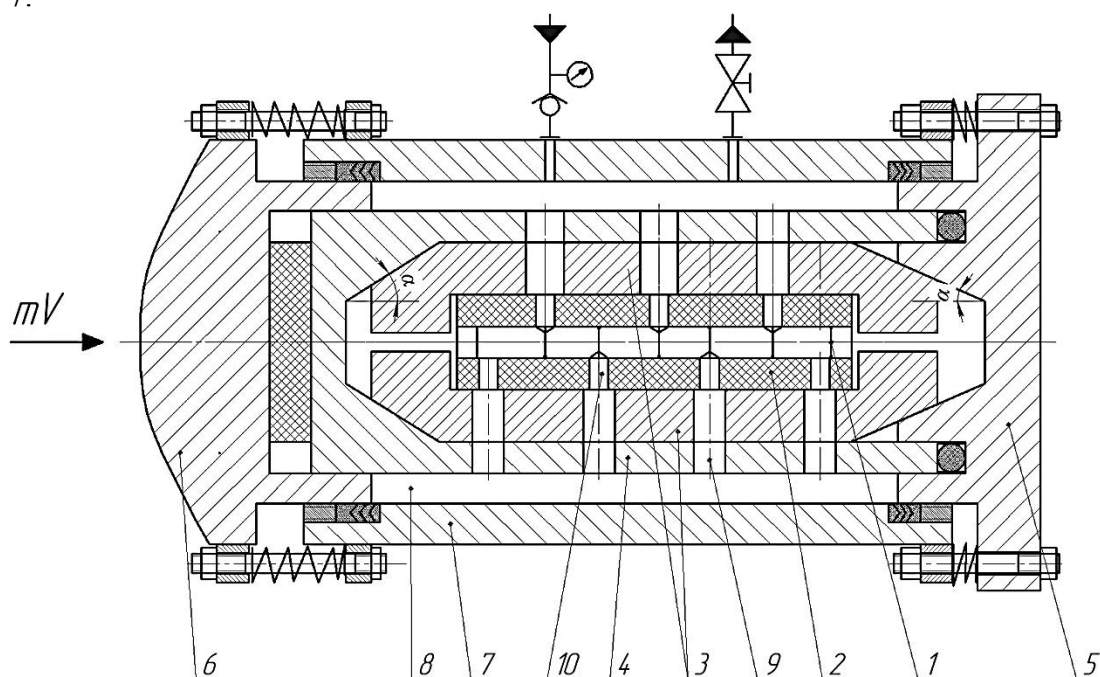


Рис. 9. Установка для безопорной ломки труб

Установка работает следующим образом. Трубчатая заготовка 1 предварительно зажимается в полувтулках 3 за счет настройки положения крышки 5. В полость 8 корпуса 7 подается жидкость под давлением p . Под действием энергии удара со стороны привода боек 6 перемещается, создавая гидродинамическое давление внутри полости 8. Жидкость проникает через отверстия 9 и 10, воздействуя на трубчатую заготовку на конечной площади. При этом создается изгибающий момент, который приводит к разделению трубы на заготовки в плоскости концентраторов напряжений. Качество и точность заготовок, прилучаемых при безопорной ломке, удовлетворяют техническим требованиям, предъявляемым к ним производством, а поверхность излома не имеет сколов, вырывов, макротрещин и зон пластической деформации металла.

ВЫВОДЫ

Разработаны новые конструкции оборудования и оснастки для разделения труб на мерные заготовки с высокими технико-экономическими показателями, которые обеспечивают высокое качество разделяемых заготовок: поверхность излома не имеет сколов, вырывов, макротрещин и зон пластической деформации металла, трещина растет устойчиво в ортогональном к оси заготовки сечении, а также имеет высокую производительность процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федина Т. С. *Разделение труб на заготовки* / Т. С. Федина // *Сборник аналитических материалов*. – ЦНИИИТИКПК, 1989. – № 2. – 11 с.
2. Роганов Л. Л. *Анализ технологий и оборудования для разделения труб на мерные заготовки. Сообщение 1* / Л. Л. Роганов, Д. С. Карнаух, С. Г. Карнаух // *Обработка материалов давлением: сб. науч. тр.* – Краматорск: ДГМА, 2013. – № 1(34). – С. 120–128.
3. Финкель В. М. *Холодная ломка проката* / В. М. Финкель, Ю. И. Головин, Г. Б. Родюков. – М.: Металлургия, 1982. – 192 с.
4. А. с. 1465195 СССР, МКИ В 23 D 23/00. *Устройство для резки проката* / З. Д. Ломсадзе, А. А. Костава, Д. М. Сулухия и др. (СССР). – № 4279681/37-27; заявл. 08.07.87; опубл. 15.03.1989.
5. Пат. на корисну модель № 51501 Україна, МПК (2009) B23D31/00, B23D23/00. *Пристрій для поділу сортового прокату на мірні заготовки способом ексцентричного закручування* / С. Г. Карнаух, Д. С. Карнаух. – № u200911584; заявл. 13.11.2009; опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14/2010.
6. Пат. на корисну модель № 59093 Україна, МПК (2011.01) B23D21/00. *Пристрій для відрізки трубчастих деталей від циліндричної труби* / Л. Л. Роганов, Д. С. Карнаух. – № u201008815; заявл. 15.07.2010; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9/2011.
7. Роганов Л. Л. *Совершенствование механических способов разделения труб на мерные заготовки* / Л. Л. Роганов, Д. С. Карнаух // *Обработка материалов давлением: сб. науч. тр.* – Краматорск: ДГМА, 2010. – № 4 (24). – С. 138–141.
8. Пат. на корисну модель № 59093 Україна, МПК (2012.01) B23D 23/00, B23D 31/00. *Пристрій для відрізання трубчастих деталей від циліндричної труби* / Л. Л. Роганов, М. Л. Роганов, С. Г. Карнаух, Д. С. Карнаух. – № u2012 02787; заявл. 12.03.2012; опубл. 25.10.2012, Бюл. № 20/2012.
9. Пат. на корисну модель № 74405 Україна, МПК (2012.01) B23D 23/00. *Пристрій для холодної ломки труб* / Л. Л. Роганов, С. Г. Карнаух, Д. С. Карнаух. – № u2012 04703; заявл. 17.04.2012; опубл. 25.10.2012, Бюл. № 20/2012.

Роганов Л. Л. – д-р техн. наук, проф. каф. МТО ДГМА;

Карнаух Д. С. – аспирант ДГМА;

Карнаух С. Г. – канд. техн. наук, доц., зав. каф. ОПМ ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: roganov@dgma.donetsk.ua; angel-negnost@mail.ru; sergey.karnauh@dgma.donetsk.ua

Статья поступила в редакцию 15.03.2013 г.