



УДК 621.77

**Б.А. Романцев, Ю.В. Гамин,  
А.В. Гончарук, А.С. Алешенко**  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
технологический университет «МИСиС»  
г. Москва, Россия  
E-mail: gamin910@gmail.com  
Дата поступления 02.10.2017

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК МАЛОГО ДИАМЕТРА

### Аннотация

В статье описаны новая технология и оборудования для получения полых заготовок деталей диаметром 30...60 мм. Рассмотрены особенности конструкции трехвалкового прошивного стана, калибровочного пресса с электромеханическим приводом и камеры контролируемого охлаждения шнекового типа. Автоматизированная линия винтовой прокатки обеспечивает получение точных полых заготовок с производительностью до 180 шт./час.

**Ключевые слова:** трехвалковый прошивной стан; винтовая прокатка; калибровочный пресс; автоматизированная линия.

### Введение

Для массового производства заготовок деталей машиностроительной отрасли типа втулки, муфты, полые оси, поршни и др. используются в основном технологии штамповки и прессования в горячем и холодном состоянии, прокатки, а также технологии механической обработки резанием [1-4], каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки. Основными задачами современного производства являются его экономичность и энергоэффективность, высокая производительность, возможность расширения или изменения сортамента продукции без значительных вложений. Результаты многочисленных исследований и внедрений [3, 5-7] показали, что процесс прокатки может быть реализован для широкого размерного и типового сортамента заготовок деталей машиностроения. Благодаря непрерывности процесса винтовая прокатка обладает сравнительно высокой производительностью, позволяет получать заготовки, приближенные по форме к готовому изделию, практически не имеет ограничений в марочном сортаменте получаемых изделий. На кафедре Обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС» были разработаны и успешно внедрены несколько

линий для производства полых заготовок прокаткой [3, 8]. Для получения полых заготовок с дном диаметром 30...60 мм со сквозным и глухим отверстием была разработана технологическая схема (рисунок 1), основными операциями которой являются:

- 1 – резка прутка на штучные заготовки;
- 2 – механическая зацентровка переднего торца;
- 3 – нагрев заготовок в индукторе;
- 4 – выдержка заготовок в термостате;
- 5 – прошивка в трехвалковом стане винтовой прокатки;
- 6 – калибровка донной части;
- 7 – профильная протяжка;
- 8 – контролируемое охлаждение.

Для реализации предложенной технологической схемы было разработано оборудование автоматизированной линии винтовой прокатки (АЛВП), в состав которой входят следующие основные машины и устройства (рисунок 2): нагревательное устройство 1 (индуктор и термостат), трехвалковый стан винтовой прокатки 3, механический пресс 4 для калибрования и камера контролируемого охлаждения заготовок 4 [9].

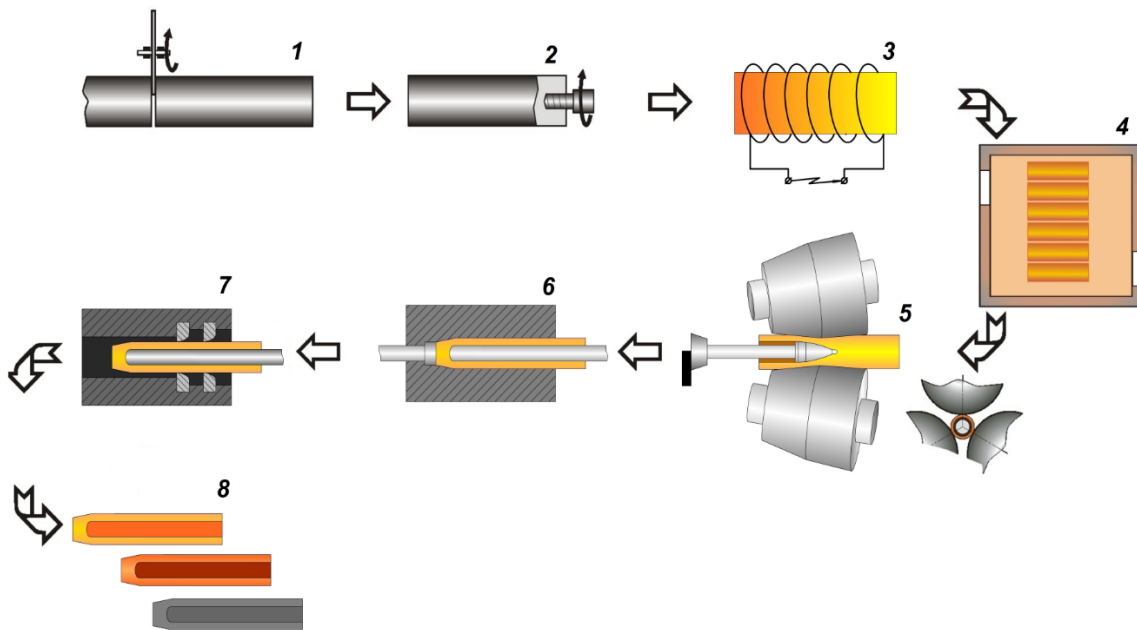


Рисунок 1. Схема технологического процесса получения полых заготовок диаметром 30...60 мм

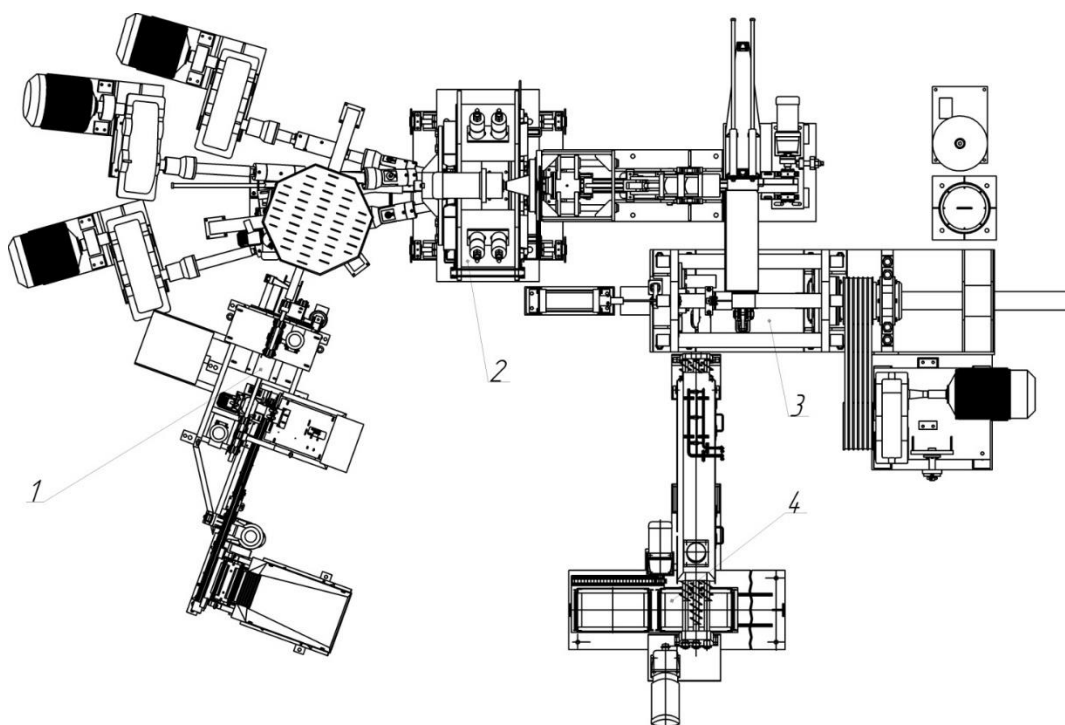


Рисунок 2. Состав оборудования линии АЛВП:

1 – нагревательное устройство; 2 – трехвалковый стан винтовой прокатки;  
3 – калибровочный пресс; 4 – камера контролируемого охлаждения

Нагревательное устройство, прошивной стан и пресс связаны между собой автоматизированными передаточными механизмами. Линия оснащена датчиками для определения положения заготовки и приборами контроля температуры. Производительность оборудования составляет

180 шт./час при работе с циклом 20 с. В зависимости от сортамента получаемых изделий предусмотрено три режима работы оборудования с различным сочетанием операций деформирования.

Далее рассмотрим конструкцию основного оборудования для формоизменения заготовки.

### Прошивной стан

Для прошивки заготовок в гильзу разработан трехвалковый стан винтовой прокатки. Его техническая характеристика представлена в таблице 1.

Рабочая клеть (рисунок 3) состоит из станины закрытого типа 1 в расточках которой под углом 120° установлены три кассеты 3 с рабочими валками 2. Валки развернуты на угол подачи 12° и угол раскатки 5°.

Кассета 3 снабжена расточками, в которых установлен рабочий валок 2 с подушками 4. Валок смонтирован в подушках на подшипниках скольжения, смазка которых осуществляется системой густой смазки через отверстия в подушках. Нижний валок является стационарным.

Клиновой нажимной механизм рабочей клетки предназначен для одновременного перемещения двух верхних кассет 3 с

валками 2 при изменении величины калибра, восприятия усилия прокатки и передачи его на станину 1. В состав нажимного механизма входят два клина 5 с общим приводом, состоящим из мотор-редуктора 6, зубчатого зацепления 7, пары винт-гайка и траверзы 8, которая соединена с клиньями при помощи болтов.

Установка клетки на ось прокатки при переходе на другой диаметр заготовки осуществляется при помощи четырех клиньев 9, расположенных между основанием станины 1 и рамой (см. рис. 3), на которой смонтированы рабочая клеть, входная и выходная стороны. Перемещение клина 9 осуществляется путем вращения винта относительно гайки, закрепленной на раме.

Таблица 1

Техническая характеристика трехвалкового мини-стана винтовой прокатки

Параметр	Значение параметра
Рабочие валки:	
диаметр в пережиме, мм	150
длина бочки, мм	180
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	60
угол подачи, град	12
угол раскатки, град	5
Станина рабочей клетки	Сварная закрытого типа
Нажимное устройство	Клинового типа
Главный привод:	
тип	Индивидуальный
мощность электродвигателя, кВт	3x30
крутящий момент на одном валке, кН·м	10
Выходная сторона с боковой выдачей гильз:	
тип	Рычажно-механическая с пневмоприводом
осевое усилие на оправку, кН	До 80
длина оправочного стержня, мм	300-350
диаметр оправки, мм	20-45
Размеры исходной заготовки, мм:	
диаметр	30-60
длина	50-150
Размеры гильзы с дном, мм:	
диаметр	30-60
длина	90-250
толщина дна	5-20

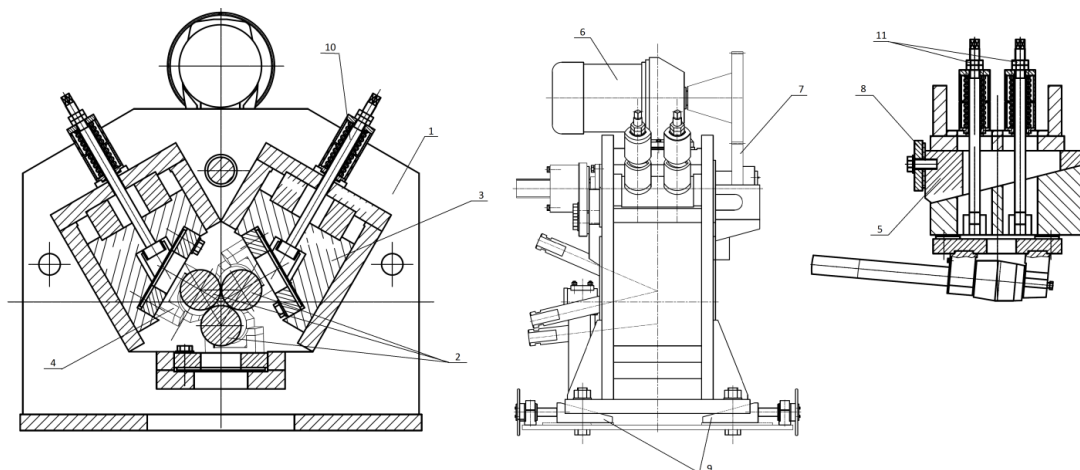


Рисунок 3. Рабочая клетка прошивного стана

Уравновешивающее устройство, представленное на рисунке 3 справа, служит для выбора зазоров между станиной 1, нажимными клиньями 9 и кассетами 3 и закреплено на станине 1. Прижим кассеты 3 с валком 5 к клину обеспечивается с помощью двух подпружиненных тяг 10. Пружины предварительно заневоливаются гайками 11 на усилие, превышающее вес кассеты с рабочим валком и шпинделем.

Входная сторона (приемно-задающий стол) (рисунок 4) состоит из рамы 5, на которой смонтированы желоб с вводной проводкой 1 и вталкиватель заготовок 2, приводимый в движение приводными роликами 3 и установленный в опоре с втулкой 4. Привод вталкивателя осуществляется от мотор-редуктора мощностью 1 кВт.

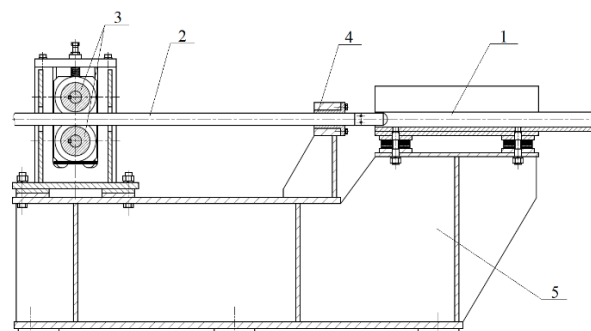


Рисунок 4. Входная сторона прошивного стана

Выходная сторона стана имеет специальную быстродействующую конструкцию (рисунок 5), которая состоит из упорной головки и системы рычагов, позволяющей получать полые заготовки со сквозным и глухим отверстием [10].

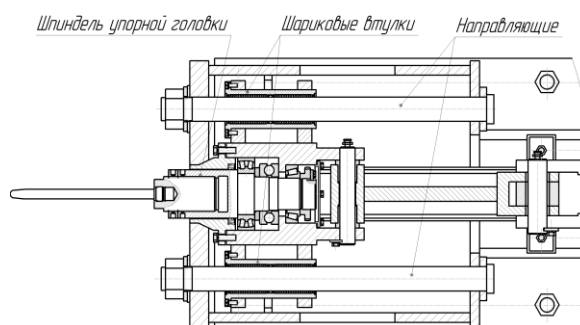
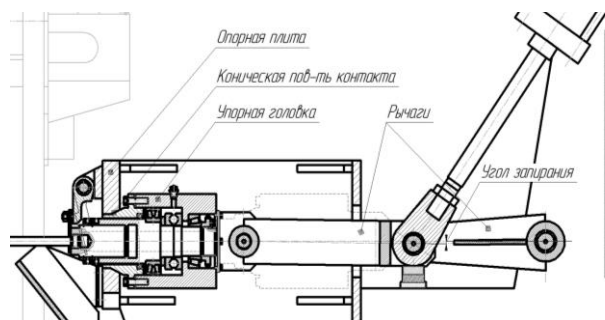
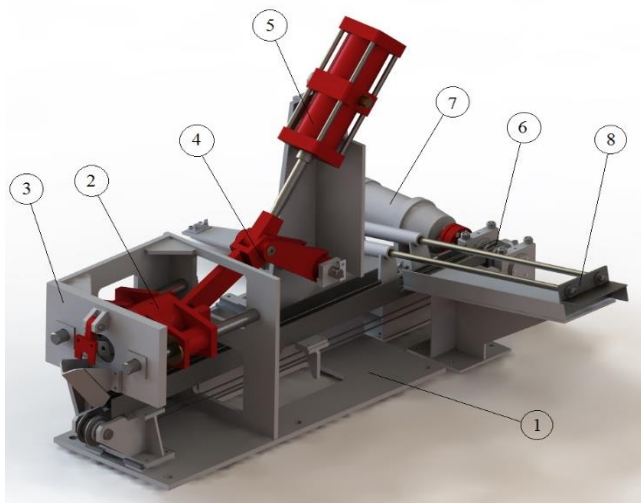


Рисунок 5. Конструкция выходной стороны прошивного стана

Упорная головка 2 установлена на двух направляющих, смонтированных на общей раме 1. Рычажный механизм 4 предназначен для установки, фиксации и быстрого отвода из очага деформации оправки со стержнем с целью получения гильзы с дном. Складывание рычагов осуществляется при помощи пневмоцилиндра 5 по сигналу фотодатчика, фиксирующего наличие горячего металла на выходе из рабочих валков.

Для восприятия усилий прокатки при прошивке стержень с оправкой закреплен в упорной головке 2, которая благодаря шпинделю, смонтированному в подшипниковой опоре, обеспечивает возможность свободного вращения стержня. Упорная головка 2 при установке стержня с оправкой в очаге деформации упирается в плиту 3, обеспечивающую точное позиционирование упорной головки 2 и фиксацию ее по конической поверхности с помощью рычагов 4.

Для восприятия осевого усилия и предотвращения произвольного складывания рычагов необходимо, чтобы рычаги 4 в рабочем положении были опущены несколько ниже линии, соединяющей оси шарниров.

После прошивки гильза попадает на

цепной транспортер, который приводится в движение вращающимися звездочками от мотор-редуктора 7, который установлен на отдельной раме 6 и имеет возможность перемещения вдоль цепи для ее натяжения.

Передача гильзы от выходной стороны в приемный желоб калибровочного пресса осуществляется толкателем 8 от пневмоцилиндра.

### Калибровочный пресс

Механический пресс предназначен для калибрования дна прошитой гильзы и ее наружной поверхности.

Техническая характеристика калибровочного пресса представлена в таблице 2.

Калибровочный пресс (рис. 6) включает в себя раму 1, на которой смонтированы две опорные стойки 2, соединенные тремя колоннами 3, на которых расположены втулки 4; предварительная затяжка колонн обеспечивается гайками 5.

Пресс также имеет привод пуансона 6, выталкиватель заготовок из матрицы 7, устройство для съема заготовок с пуансона после калибрования 8 и приспособления для охлаждения матрицы и контейнера с протяжным кольцом и устройства смазки и охлаждения пуансона.

Таблица 2

Техническая характеристика калибровочного пресса

Размеры стакана, мм:	
диаметр	33, 43, 60
длина	120...220
толщина дна	5; 8,5; 22
Температура калибрования, °С	до 1150
Усилие калибрования, кН	до 500
Длина рабочего хода, мм	250
Длина максимального хода винта, мм	600
Скорость перемещения винта, мм/с	80
Цикл калибрования, с	14
Производительность, шт./ч	180
Мощность главного привода, кВт	45
Охлаждающая жидкость технологического инструмента	вода
Давление воды в системе, МПа	до 0,2
Расход воды, л/ч	до 100
Давление воздуха в системе, МПа	до 0,63

На общей плите 9 смонтированы контейнер с матрицей 10 и контейнер с волоочильным кольцом 11, которые устанавливаются на ось пресса путем поворота плиты. Поворот осуществляется пневмоцилиндром 12, который через рычаг 13 вращает вал с плитой.

Съем заготовок с пуансона осуществляется при помощи съемника 14, который опускается в прорезь контейнера после операции калибрования наружной поверхности стакана. Приводом съемника служит пневмоцилиндр 15. Выгрузка заготовок из пресса осуществляется за счет гравитационных сил через прорезь в нижней части контейнера и через отводящий желоб 16.

Выталкиватель заготовок из матрицы включает пневмоцилиндр 17, к штоку которого присоединен стержень 18, устанавливаемый в дно матрицы. Цилиндр 17 смонтирован на кронштейне 19.

Перемещение пуансона при рабочем и обратном ходе осуществляется от электромеханического привода 6 через пару винт-гайка. Гайка 20, смонтированная в

подшипниковых опорах, вращается с помощью клиноременной передачи и сообщает поступательное движение винту 21, на конце которого закреплен пуансон 22. Остановка винта 21 с пуансоном в крайнем переднем и заднем положении осуществляется по сигналу от бесконтактных датчиков. Для предотвращения проворачивания винта 21 во время движения его хвостовик установлен в стойке 26 с плоскими направляющими.

Укладка заготовок разного диаметра на ось пресса осуществляется путем вертикального перемещения приемного желоба 23 от пневмоцилиндра 24, смонтированного на опоре 25.

### Камера контролируемого охлаждения

Для контролируемого охлаждения полых заготовок до заданной температуры и складирования в тару после горячей обработки давлением на АЛВП разработана камера контролируемого охлаждения, техническая характеристика которой представлена в таблице 3.

Таблица 3

Краткая техническая характеристика камеры контролируемого охлаждения заготовок

Размеры полых заготовок, мм:	
диаметр	32; 42
длина	90...120; 100...140
масса, кг	0,4...0,8
Температура подачи заготовок на входе в камеру охлаждения, °С	800...850
Температура полых заготовок на выходе из камеры охлаждения, °С	200...250
Цикл подачи заготовок в камеру, с	20...30
Скорость вращения шнекового транспортера, об/мин	5...50
Способ охлаждения	водо-воздушной смесью
Давление воды в системе, МПа	0,2
Расход воды, л/ч	до 100
Напряжение электрического тока, В	380
Тип главного привода камеры охлаждения	электромеханический
Мощность главного привода, кВт	2,2
Мощность привода перемещения каретки, кВт	1,1
Режим работы	автоматический и ручной в процессе наладки

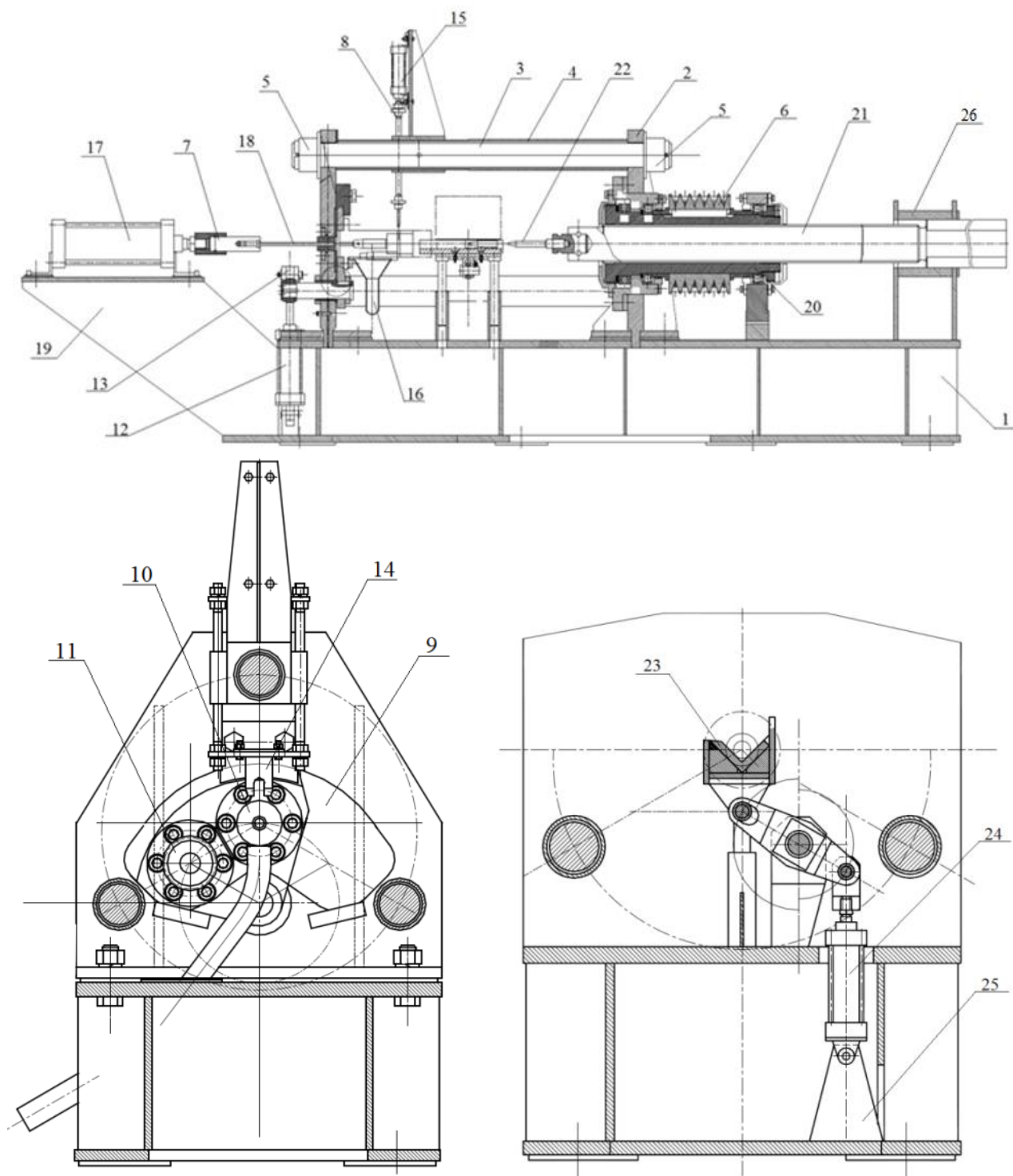


Рисунок 6. Калибровочный пресс

Камера контролируемого охлаждения заготовок (рисунок 7) включает в себя: раму шнекового транспортера 1, корпус каретки 2, кожух 3, короб 4, устройство водовоздушного охлаждения 5, шнеки 6 и 7, главный привод шнекового транспортера 8, привод перемещения каретки 9, распределитель 10.

Рама шнекового транспортера 1 предназначена для установки и позиционирования всех основных узлов оборудования.

Корпус каретки 2 установлен на речных направляющих рамы шнекового транспортера и предназначен для установки тележки с коробами.



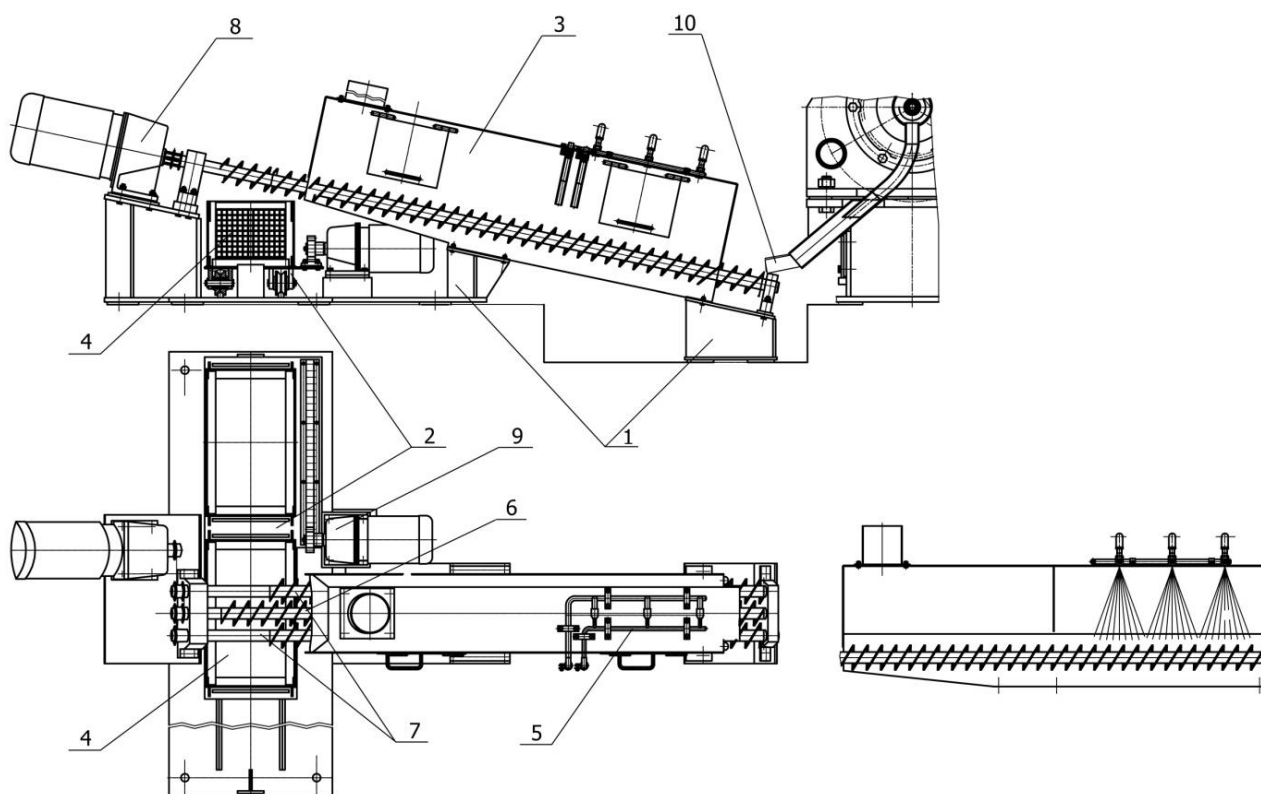


Рисунок 7. Камера контролируемого охлаждения заготовок

Кожух 3 закреплен болтами к раме шнекового транспортера и предназначен для защиты и отвода выделяющегося тепла от охлаждающихся заготовок через отводное отверстие в верхней части кожуха. В боковой стенке кожуха предусмотрены два люка с крышками, предназначенные для удобства эксплуатации и наблюдения.

Короб 4 представляет собой сварную коробчатую конструкцию с сетчатыми стенками и предназначен для накопления охлажденных заготовок после прохождения их через камеру охлаждения. В составе оборудования камеры охлаждения заготовок предусмотрено два короба, которые установлены на корпусе каретки.

Устройство водовоздушного охлаждения 5 установлено на верхней крышке кожуха 3 и предназначено для распыления охлаждающей водовоздушной смеси внутри камеры охлаждения заготовок. По двум отдельным трубам к трем форсункам, выходные отверстия которых установлены внутри камеры охлаждения, подводится вода и воздух, давление которых регулируется кранами, установленными отдельно на подачу воды и воздуха.

Шнеки 6 и 7 предназначены для перемещения заготовок по камере охлаждения и

состоят из трубы, на которую навита спиралевидная стальная полоса. Шнеки установлены в опорах на радиально-упорных подшипниках качения. Вращение шнеков осуществляется от главного привода шнекового транспортера. С выходной стороны камеры охлаждения крайние шнеки 7 имеют меньшую длину спиральной образующей, благодаря чему охлажденные заготовки падают со шнекового транспортера в короб 4, установленный под ним.

### Заключение

Разработана схема технологического процесса получения полых заготовок диаметром 30...60 мм, в основе которой лежит операция прошивки в трехвалковом стане винтовой прокатки. Для реализации данной схемы спроектировано оборудование, обладающее высоким уровнем автоматизации и производительностью до 180 шт./час полых заготовок.

В составе АЛВП установлен калибровочный пресс, выполняющий операции калибрования донной части и наружной поверхности полых заготовок. Совмещение операций калибрования на одном прессе позволяет снизить массу оборудования и



сократить время передачи заготовки между операциями.

Камера охлаждения, установленная после калибровочного пресса, обеспечивает получение требуемых механических свойств полых заготовок благодаря регулируемой скорости их передачи внутри камеры и подаче охлаждающей жидкости.

Предложенная технология и оборудование могут быть реализованы на машиностроительных и металлургических предприятиях, занимающихся выпуском деталей подобного сортамента.

### Библиографический список

1. Васильчиков М.В., Барбарич М.В., Жукевич-Стоша Е.А. и др. Производство точных заготовок машиностроительных деталей прокаткой. М.: НИИИН-ФОРМТЯЖМАШ, 1968. 338 с.
2. Игнатенко В.Н., Головина З.С., Гневашев Д.А. Разработка технологического процесса штамповки детали «Поршень тормозного цилиндра» // КШП. ОМД. 2013. № 5. С. 18–21.
3. Романцев Б.А., Потапов И.Н., Гончарук А.В., Попов В.А. Изготовление полых профилированных заготовок. М.: НПО «Информ ТЭИ», 1992. 263 с.
4. Зубарев Ю.М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Изд-во Лань, 2015. – 400 с.
5. Грановский, С.П. Новые процессы и станы для прокатки изделий в винтовых калибрах. – М.: Металлургия, 1980. – 116 с.
6. Пат. 2378062 Российская Федерация, МПК В21В19/04, В21В25/00. Способ производства гильз на стане поперечно-винтовой прокатки / Н.В. Пасечник, В.И. Котенок, Г.С. Майзелис, А.В. Аникин, М.Е. Обухов, М.Г. Морданов; заявитель и патентообладатель ОАО АХК «ВНИИМЕТМАШ». № 2008115541/02; заявл. 23.04.2008; опубл. 2010.
7. Пат. 2600594 Российская Федерация, МПК В21К21/06. Способ изготовления заготовок в форме стакана из прутка / Свободов А.Н., Чижевский О.Т., Липченко Ю.Н., Гамин Ю.В. и др.; заявл. 03.02.2015; опубл. 03.10.2016.
8. Романцев Б.А., Гамин Ю.В., Алешченко А.С., Кошмин А.Н., Труфанов С.А. Разработка эффективного способа и оборудования для получения полых заготовок винтовой прокаткой // Сталь. 2017. №6. С. 45-51.
9. Пат. 2595182 Российская Федерация, МПК В21В19/04. Устройство для изготовления цилиндрических заготовок формы стакан / Чижевский О.Т., Свободов А.Н., Заглада В.И., Гамин Ю.В. и др.; заявл. 03.02.2015; опубл. 20.08.2016.
10. Пат. 2596519 Российская Федерация, МПК В21В19/06. Способ винтовой прокатки полых заготовок с дном / Романцев Б.А., Гончарук А.В., Гамин Ю.В. и др.; заявл. 17.04.2015; опубл. 10.09.2016.

---

### *Information about the paper in English*

**B.A. Romantsev, Yu.V. Gamin,  
A.V. Goncharuk, A.S. Aleshchenko**  
National University of Science and Technology «MISIS» (MISIS)  
Moscow, Russian Federation  
E-mail: gamin910@gmail.com  
Received 02.10.2017

### AUTOMATIC SCREW ROLLING LINE FOR SMALL-DIAMETER HOLLOW BILLETS

#### Abstract

This article describes a new production process and equipment for the production of hollow billets within the diameter range of 30 to 60 mm. The authors look at the design of a three-roll piercer, an electrically powered sizing press and a screw-type controlled cooling chamber. An automatic screw rolling line is capable of producing precision hollow billets at the rate of 180 pieces an hour.

**Keywords:** three-roll piercer; screw rolling; sizing press; automatic line.

---