

УДК 621.771.65

Добронос Ю. К.  
Гущин А. В.  
Неня О. Ю.**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ  
МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССА  
ПОПЕРЕЧНОЙ ПРОКАТКИ**

В настоящее время при производстве металлоизделий сложной формы остро встала проблема рационального использования материала. Поэтому дальнейшее развитие технологий и оборудования по производству осесимметричных металлоизделий сложной формы связано с обеспечением экономии материальных ресурсов за счет уменьшения затрат на изготовление таких деталей путем максимального приближения геометрии получаемых заготовок к геометрическим показателям готовой металлопродукции [1].

Целью данной работы является разработка новой конструкции специального стана поперечной прокатки для производства осесимметричных металлоизделий сложной формы.

Существующие схемы производства указанных металлоизделий, литье или штамповка с последующей механообработкой, нецелесообразно использовать из-за повышенного расхода металла в стружку, применение поперечно-винтовой прокатки в условиях серийного и мелкосерийного производства также невыгодно из-за высокой производительности, которая значительно превышает требуемые объемы производства и, следовательно, вызовет простой оборудования. Указанный недостаток уменьшается, благодаря использованию схемы прокатки осесимметричных металлоизделий сложной формы на примере шаровых втулок, апробированный на базе кафедры «Автоматизированные металлургические машины и оборудование» Донбасской государственной машиностроительной академии, где были проведены исследования процесса их поперечной прокатки [2].

В ходе исследований были получены экспериментальные образцы (рис. 1) и подтверждена целесообразность применения поперечной прокатки для производства шаровых втулок и других осесимметричных сложнопрофильных металлоизделий. Также установлены основные закономерности процесса поперечной прокатки шаровых втулок и выявлены основные преимущества и недостатки предложенного способа производства [2].



Рис. 1. Общий вид (а) и конструкция (б) шаровых втулок, полученных при экспериментальном исследовании процесса поперечной прокатки осесимметричных изделий сложной формы

Непосредственные исследования процесса поперечной прокатки производились на базе действующего лабораторно-промышленного стана 100 × 100 Г Донбасской государственной машиностроительной академии, специально переоборудованного для осуществления поперечной прокатки шаровых втулок. Однако при проведении работ на экспериментальной установке были выявлены недостатки в ее конструкции, связанные с затрудненной подачей заготовки в рабочее пространство валков, а также извлечение готового изделия после окончания прокатки. В связи с этим была разработана новая конструкция мини-стана для поперечной прокатки осесимметричных металлоизделий сложной формы, которая представлена на рис. 2 [1, 3–5].

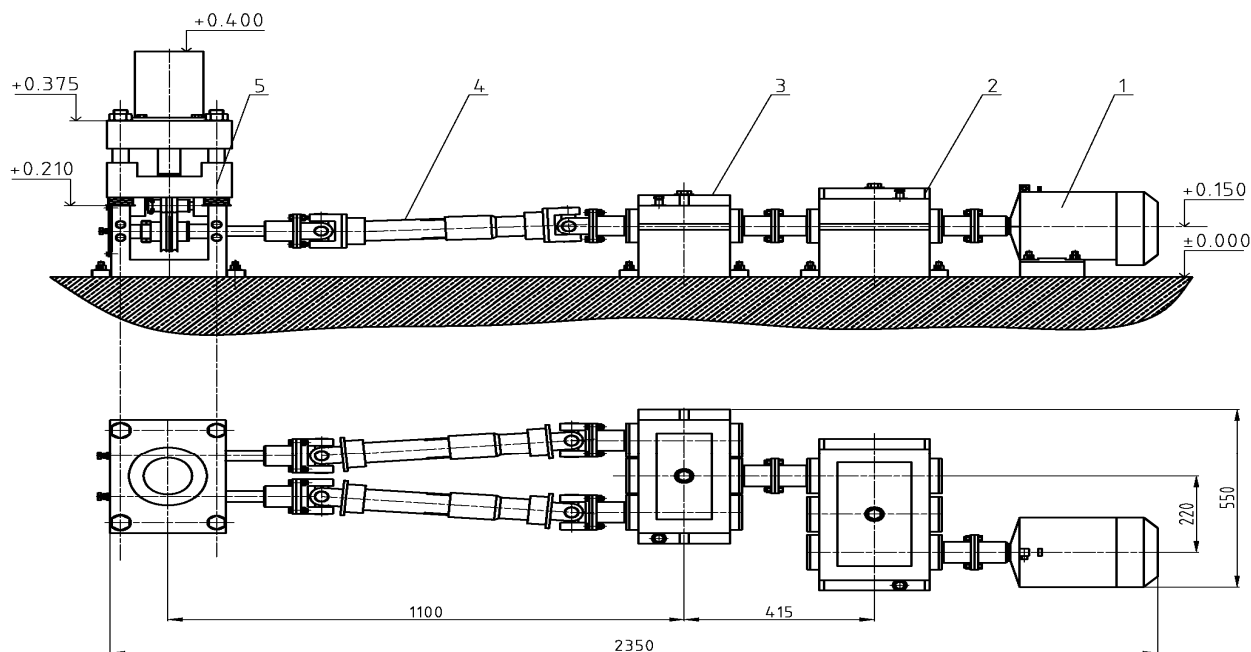


Рис. 2. Состав и план расположения оборудования главной линии мини-стана поперечной прокатки осесимметричных металлоизделий сложной формы

Главная линия стана включает в себя: электродвигатель *1*, от которого вращающий момент передается на двухступенчатый цилиндрический редуктор *2*, откуда через раздаточную шестеренную клеть *3* и универсальные шпиндели *4* непосредственно к валкам рабочей клетки *5*, в которой осуществляется поперечная прокатка по трехвалковой схеме. Сама линия, в силу своей малой металлоемкости, имеет возможность монтироваться как на фундаменте, так и на специально сконструированной раме. Причем последний вариант является наиболее удобным при эксплуатации.

Разработка конструкции рабочей клетки данного мини-стана велась с использованием элементов автоматизированного проектирования на основе разработанных ранее численных математических моделей напряженно-деформированного состояния и энергосиловых параметров при поперечной прокатке шаровых втулок [6, 7]. Исходными данными для проектирования являлись материал заготовки и геометрия производимых изделий. Таким образом, основным конструктивным параметром, подлежащим определению, является радиус наружной образующей поверхности рабочего инструмента  $R_{ин}$ , осуществляющей непосредственное пластическое деформирование металла прокатываемой заготовки и радиус самого калибра  $R$ .

Следует отметить, что увеличение радиусов  $R_{ин}$  повышает уровни энергосиловых параметров процесса прокатки. Имеют место в этом случае и дополнительные ограничения по минимально возможным значениям радиусов производимых металлоизделий, вытекающие из габаритных условий трехвалковой компоновки. Поэтому автоматизированное проектирование радиусов наружной образующей поверхности рабочих валков  $R_{ин}$  осуществлялось с использованием метода целенаправленного перебора вариантов, при котором производилось изменение количественной оценки данного радиуса от их минимально возможного по условию захвата до максимально возможного по условию геометрической компоновки значений. При этом при каждом отдельном значении радиуса  $R_{инк}$ , производили автоматизированное проектирование технологических режимов обжатий, расчет напряженно-деформированного состояния металла деформируемой заготовки, а также значения энергосиловых параметров и основных конструктивных элементов валкового узла. Окончательный выбор радиуса  $R_{ин}$  осуществляли исходя из его минимального значения, обеспечивающего в то же время весь комплекс требований, предъявляемых к конкретным технологиям и оборудованию. По мере

определения радиусов рабочих валков и оформления их компоновки производили автоматизированный расчет и проектирование узла станин, нажимных механизмов, привода главной линии рабочей клетки и так далее.

Конструктивное исполнение рабочей клетки стана поперечной прокатки представлено на рис. 3.

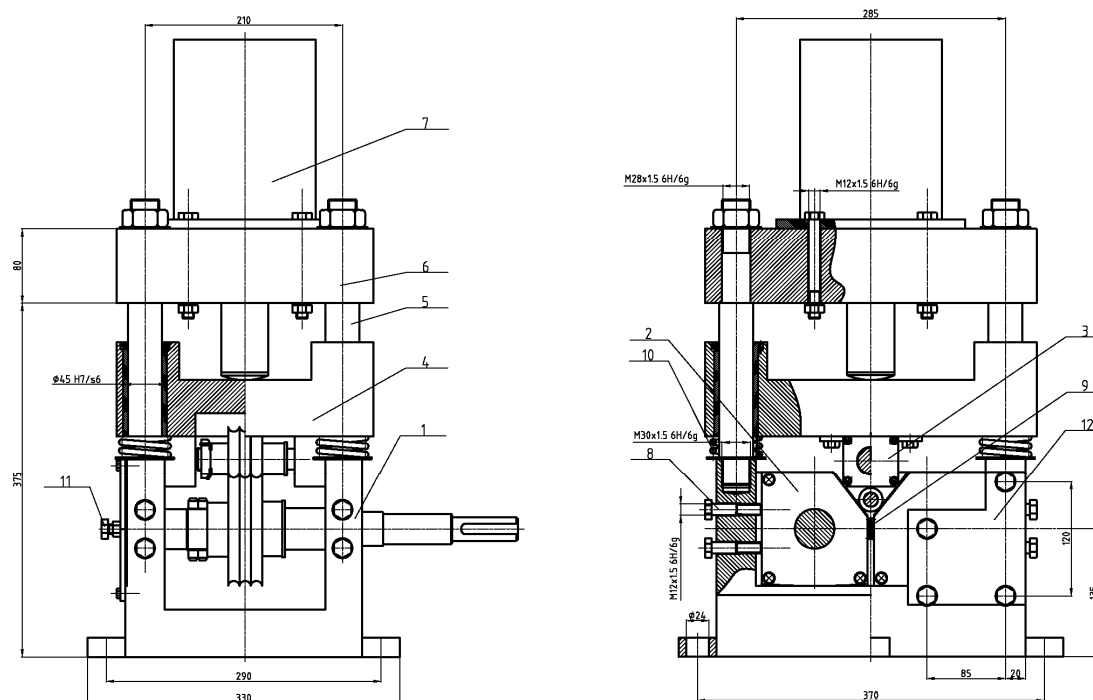


Рис. 3. Конструкция рабочей клетки мини-стана поперечной прокатки осесимметричных изделий сложной формы

Рабочая клетка состоит из станины 1, в окне которой устанавливается узел рабочих валков 2. Хвостовики приводных рабочих валков связаны посредством соединительных муфт с универсальными шпинделями. Холостой валок 3 с подушками болтами прикреплен к направляющей траверсе 4. Траверса установлена на направляющих штангах 5, жестко соединенных со станиной. На этих штангах крепится также верхняя поперечина 6 в сборе с гидроцилиндром 7.

Рабочие валки имеют возможность перемещения в горизонтальном направлении с помощью винтов 8. Пружинный механизм 9 обеспечивает постоянное усилие прижатия пружины независимо от положения рабочих валков в горизонтальной плоскости. Затяжка пружины производится с помощью ручной затяжки гаек. Направляющая траверса с холостым валком снабжена пружинным механизмом уравнивания 10, который при работе обеспечивает постоянное ее прижатие к штоку гидроцилиндра. Подушки узла рабочих валков со стороны обслуживания поджимаются винтовым механизмом 11, который располагается в боковой упорной планке 12, за счет чего осуществляется осевая настройка калибров.

Во избежание изготовления нового комплекта валков при переходе на новый сорт прокатки рабочие валки выполнены составными, что позволяет значительно снизить материальные затраты и продлить срок эксплуатации данного узла. Наличие такой схемы позволяет использовать несколько калибров одновременно, что в свою очередь дает возможность регулировать производительность стана в определенном диапазоне.

Исходной заготовкой для получения детали служит полая цилиндрическая заготовка, предварительно нагретая до требуемой температуры и одетая на оправку. В качестве оправки может выступать длинный пруток определенного диаметра, на который надеты несколько полых заготовок, что позволит оптимизировать цикл прокатки одной заготовки [8]. Задача оправки с заготовками в валки осуществляется обслуживающим персоналом вручную, а подача последующей заготовки в рабочую зону валков автоматизирована при помощи специального подающего механизма.

В процессе прокатки происходит обжатие заготовки в радиальном направлении, при этом валки сводятся при помощи гидравлического нажимного механизма (см. рис. 3). Благодаря выполненной калибровке валков одновременно с процессом формирования идет отрезание готового изделия от ненужного металла. В момент касания ребрами валков оправки подачу давления в поршневую полость гидроцилиндра прекращают, и холостой валок возвращается в исходное положение.

Цикл производства детали завершен. В рабочую зону валков задается следующий участок заготовки и повторяется весь цикл заново. После обработки всего прутка его извлекают из рабочей клетки и снимают готовые изделия.

Таким образом, был устранен главный недостаток в существующей конструкции экспериментальной установке, который имеет место при задаче в зону пластического формоизменения и извлечения оттуда деформируемой заготовки, а также благодаря принятым конструктивным решениям появилась возможность использовать длинную оправку с несколькими заготовками, что не представлялось возможным при использовании существующей конструкции. А использование валков с возможностью заменять рабочий инструмент позволяет расширить сортамент выпускаемой продукции, минимизируя при этом материальные затраты при переходе на новый типоразмер прокатываемых изделий.

### ВЫВОДЫ

В результате выявленных недостатков при проведении экспериментальных исследований процесса поперечной прокатки шаровых втулок была разработана новая конструкция специального стана поперечной прокатки для производства осесимметричных металлоизделий сложной формы. Конструктивное исполнение рабочей клетки позволяет осуществлять процесс поперечной прокатки с минимальными затратами времени на подачу заготовки в рабочую зону и извлечение оттуда готовых изделий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Специальные прокатные станы / А. И. Целиков, М. В. Барбарич, М. В. Васильчиков и др. – М. : Металлургия, 1971. – 336 с.
2. Капорович С. В. Экспериментальные исследования процесса поперечной прокатки при производстве осесимметричных металлоизделий / С. В. Капорович, А. В. Гуцин, А. А. Иванов, О. Ю. Неня // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : тематич. зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2007. – С. 476–479.
3. Тетерин П. К. Теория поперечной и винтовой прокатки / П. К. Тетерин. – М. : Металлургия, 1983. – 270 с.
4. Васильчиков М. В. Поперечно-винтовая прокатка изделий / М. В. Васильчиков, М. М. Волков. – М. : Машиностроение, 1968. – 142 с.
5. Акаро И. Л. Развитие специальных видов прокатки для машиностроительного производства / И. Л. Акаро, Б. А. Романцев // Кузнечно-штамповочное производство. – 2000. – № 3. – С. 19–24.
6. Доброносков Ю. К. Численное математическое моделирование напряженно-деформированного состояния металла и расчет энергосиловых параметров при поперечной прокатке шаровых втулок / Ю. К. Доброносков, А. В. Гуцин, Е. Г. Литвинова, О. Ю. Неня // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : тематич. зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2008. – С. 303–307.
7. Доброносков Ю. К. Исследование напряженно-деформированного состояния металла и расчет энергосиловых параметров при производстве шаровых втулок / Ю. К. Доброносков, А. В. Гуцин, О. Ю. Неня // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля : Науковий журнал. – Луганськ, 2008. – № 8. – Ч. 2. – С. 112–118.
8. Скороходов А. Н. Оптимизация прокатного производства. / А. Н. Скороходов, П. И. Полухин, Б. М. Илюкович. – М. : Металлургия, 1982. – 432 с.

Доброносков Ю. К. – канд. техн. наук, доц. кафедры АММ ДГМА;  
Гуцин А. В. – ассистент кафедры АММ ДГМА;  
Неня О. Ю. – инженер II категории ЗАО «НКМЗ».

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск;  
ЗАО «НКМЗ» – ЗАО «Новокраматорский машиностроительный завод», г. Краматорск.

E-mail: amm@dgma.donetsk.ua