

УДК 621.778

УСТАНОВКА ДЛЯ СОВМЕЩЕННОГО ПРОЦЕССА БЕСФИЛЬЕРНОГО ВОЛОЧЕНИЯ И ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ КАТАНКИ**¹Бахматов Ю.Ф., ¹Пашенко К.Г., ¹Кальченко А.А., ¹Рузанов В.В., ¹Михайлицин С.В.,
¹Ярославцев А.А., ¹Ярославцева К.К., ¹Терентьев Д.В., ²Шашкин Д.А.**¹ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
Магнитогорск, e-mail: mgtu@magtu.ru;²ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», Магнитогорск

Традиционно проволоку получают из катанки. Перед волочением через волок (фильеры) с поверхности катанки удаляют окалину. Волочение без использования фильер (бесфильерное) позволяет вести обработку катанки без удаления окалины, т.е. создать совмещенный процесс удаления окалины и волочения. На установке смоделированы и исследованы различные параметры процесса волочения катанки.

Ключевые слова: пластичность, твердость, временное сопротивление разрыву, бесфильерное волочение, волочильный стан, волок, проволока, катанка, удаление окалины, ультразвук, обжатия, вытяжки

**SYSTEM FOR DRAWING WITHOUT A DIE PLATES
AND ROD SURFACE DESCALING****¹Bakhmatov Y.F., ¹Pashchenko K.G., ¹Kal'chenko A.A., ¹Ruzanov V.V., ¹Mikhaylitsyn S.V.,
¹Yaroslavtsev A.A., ¹Yaroslavtseva K.K., ¹Terentiev D.V., ²Shashkin D.A.**¹Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: mgtu@magtu.ru;²OJSC «Magnitogorsk Iron and Steel Works», Magnitogorsk

Usually wire is produced from wire rod. The surface of wire rod is descaled before die plate drawing. The drawing without die plates (dieless drawing) makes it possible to process the rod without descaling that is to provide integrated process of descaling and drawing. The facility modeled and investigated various parameters of the process of drawing wire rod.

Keywords: ductility, hardness, tensile strength, drawing without die plates, drawing mill, die plates, wire, rod, descaling, ultrasound, compression, drawing out

Повышение эффективности технологических процессов обеспечивается разработкой операций имеющих близкие значения оперативного времени, позволяющих создавать непрерывные блоки технологических операций [1]. Такой подход приводит, кроме всего прочего, к уменьшению времени переходных процессов, влияющих на экономические показатели и показатели качества продукции. Так как определяющей операцией при обработке катанки является волочение, то операции подготовки поверхности катанки к волочению должны иметь оперативное время близкое со временем пластической деформации. Имеется много технологических решений конструирования таких операций, в частности [2], в которых собственно операция волочения производится на традиционном волочильном инструменте. Именно это создает определенные трудности, связанные с износостойкостью волок. Те же проблемы возникают в процессах знакопеременного изгиба с растяжением – окалиноломанием. Но развитие этого направления, связанного со значительным увеличением вытяжки до 1.5–2.0, позволяет совместить две операции без использования волок на первых про-

ходах [3, 4, 5, 6, 16, 17]. Проведенные исследования в этом направлении позволили создать новый инструмент для решения задачи совмещения двух операций: удаления окалины и пластической деформации [2]. Операция вытяжки проволоки без использования волок по современной терминологии попадает под понятие – «бесфильерное волочение», операция предполагает ввод в очаг деформации дополнительной энергии: тепловой – нагрев, механической – изгиб, – ультразвук и т. д. [4, 3, 16]. Исследования позволили построить аналитическую модель для ресурса пластичности [1, 6], усталостной прочности для проволоки при знакопеременных нагрузках изгиба-растяжения. Такая модель актуальна для решения задач механики сплошных сред при прогнозировании работоспособности алмазно-канатного инструмента [7–14].

Цель исследования

На волочильных станах максимально возможная вытяжка за один проход определяется максимальной нагрузкой, которую может выдержать протягиваемая проволока без обрыва. Различные виды бесфильерного волочения (за исключением волочения

с нагревом очага деформации) уступают фильерному волочению по достижимой величине обжатий 2–10% [1].

Задача повышения единичных вытяжек и обжатий при создании совмещенного процесса удаления окалины-волочения является актуальной. Желательно локализовать процесс удаления окалины на одном проходе, в одном месте.

Материалы и методы исследования

Для исследования возможных вариантов расположения конструктивных элементов бесфильтерного волочильного стана создана экспериментальная установка с кинематически заданной вытяжкой. Исследования проводились в соответствии с методами испытаний, определения и описания параметров результатов, которые установлены стандартами: ГОСТ

5639-82, ГОСТ Р 50708-94, ГОСТ 1579-93, ГОСТ 2789-73, ГОСТ 9450-76 и др.

Конструкция инструмента для установки бесфильтерного волочения

В предлагаемом устройстве поверхность металла испытывает растяжение-сжатие, аналогично протяжке в роликовых окалиноломателях, но при значительном растяжении, вплоть до достигаемых в фильерах вытяжек. Внешний вид устройства бесфильтерного волочения показан на рис. 1. Экспериментально определены компоновка и соотношение размеров элементов конструкции установки, на рис. 2 показана лабораторная установка для исследования параметров бесфильтерного волочения проволоки. Для снижения сопротивления металла деформации и снижения сил трения, увеличения пластической деформации, вытяжка происходит с наложением силового ультразвука, подводимого в зону деформации через волновод (рис. 1, источник ультразвука на рисунке не показан).

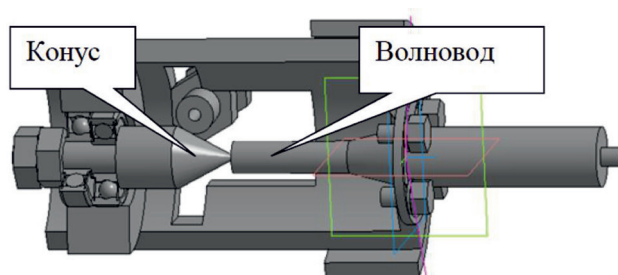


Рис. 1. Конструкция инструмента для установки бесфильтерного волочения

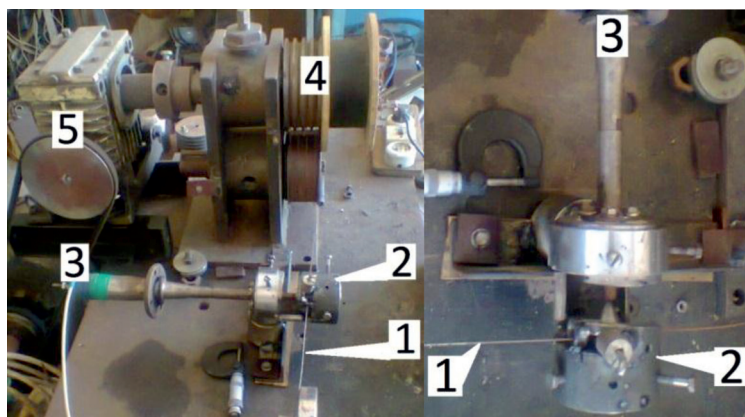


Рис. 2. Лабораторная установка для исследования параметров бесфильтерного волочения проволоки. Цифрами показаны: 1 – проволока, 2 – инструмент для бесфильтерного волочения, 3 – генератор ультразвука, 4 – барабаны натяжной станции, 5 – привод установки

Исследования [4, 5, 6, 15, 17] пластического растяжения с изгибом показали возможность использования предложенной схемы деформации для реализации совмещенного процесса очистки от окалины – волочение.

Кинематика катанки в инструменте

Предварительные исследования [2, 4, 5] показали необходимость перехода от цилиндрических к конусообразным роликам. При намотке проволоки на свободно вращающийся конус образуется скользящая с конуса петля (рис. 3), поверхность

которой входит в контакт с торцевой плоскостью цилиндра волновода генератора ультразвука. Кривизна линии проволоки растет с натяжением последней, а сама проволока прижимается к поверхности конуса с удельной к длине силой $\frac{dP}{dL}$ пропорциональной своей кривизне $\frac{1}{R}$ силе натяжения P , которая, в свою очередь, пропорциональна выражению $e^{f\varphi}$, где f – коэффициент трения, φ – угол охвата. Таким образом:

$$\frac{dP}{dL} = \frac{F}{R}$$

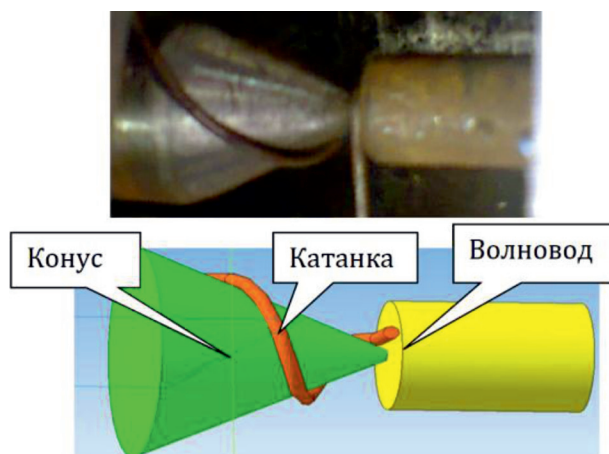


Рис. 3. Схема и фотография траектории движения катанки (проволоки) в инструменте, а также схема области схода катанки с ролика

Проволока постепенно скручивается вокруг своей оси за счет сил трения, поверхность металла испытывает сдвиговую деформацию. Катанка скручивается- раскручивается моментом M на угол до 25 градусов на коротком участке (на длине одного витка). Скручивание происходит за счет сил трения при соскальзывании катанки с конуса и за счет того,

что проволоке выгоднее продолжать искривляться в направлении, где уже происходил изгиб, но в отличие от намотки на цилиндр, намотка на конус изгибает катанку в разных направлениях. При размотке с конуса (рис. 4) катанка не только распрямляется, но и раскручивается (скручивается в обратном направлении) на коротком участке.

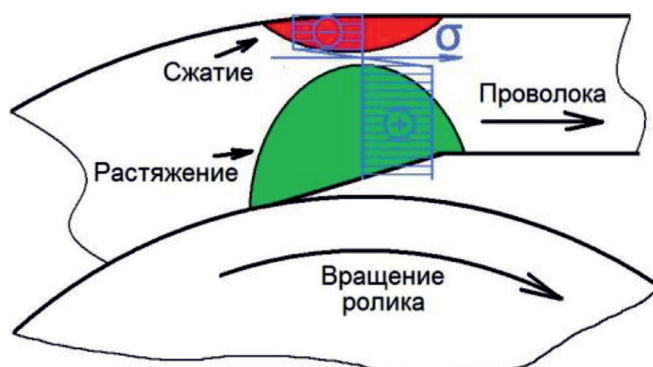


Рис. 4. Схема области схода катанки с ролика

Механизм осевого скручивания проволоки можно объяснить с помощью схемы на рис. 5. Если сделать допущения: проволока не сопротивляется изгибу и скользит по конусу без трения, имеет малый

диаметр, то петля катанки при разворачивании вместе с поверхностью конуса преобразится в прямую. На рис. 5, слева показана прямая линия, пересекающая сектор развертки конуса.

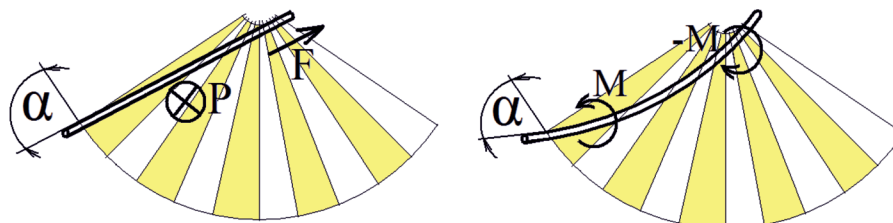


Рис. 5. Механизм осевого скручивания проволоки на конусном ролике

Для создания хотя бы одного витка на конусе необходимо касательной к окружности вершины конуса пересечь весь сектор. Т.е. для создания одного полно-

го витка спирали необходимо получить конус с углом образующей менее 45 градусов. На самом деле проволока, на фоне развертки выглядит как незначительно

изогнутая дуга (рис. 5 справа), это обстоятельство уменьшает угол захода α проволоки на конус.

Для получения установившегося движения катанки по конусу необходимо создать условия для соскальзывания петли по конусу. Одним условием для соскальзывания петли с конуса является превосходство напряжения натяжения катанки над сопротивлением катанки изгибу и скручиванию. Другое условие зависит от сил трения и угла наклона образующей конуса, большие силы и малый угол наклона образующей конуса могут не позволить скользить катанке по поверхности конуса. Использование в технологической операции ультразвуковой энергии позволяет управлять режимом трения без использования специальных смазок.

Результаты исследования и их обсуждение

Определены действия основных сил на проволоку и траектория движения проволоки в устройстве бесфильтрного волочения. Найдены оптимальные сочетания конструктивных параметров деталей устройства для различных параметров волочения проволоки. Для проволоки без сварных швов достигнута обжатия до 53 %, а для проволоки со сварными швами достигнута обжатия до 28 %.

Заключение

Использование конусных роликов позволяет существенно уменьшить деформацию при заходе изделия на ролик: и локализовать основные пластические деформации в одном месте, в области схода (рис. 3, 4), куда вводится основной поток энергии ультразвукового генератора. Наложение области максимального воздействия ультразвуковой энергии на область максимальной пластической деформации создаёт условия для полного отслаивания прокатной окалины с катанки.

Список литературы

1. Бахматов Ю.Ф., Носков Е.П., Голубчик Э.М. Конструирование совмещенных процессов в метизном производстве // Магнитогорская государственная горно-металлургическая академия им. Г.И. Носова, Южно-Уральское отделение Российской инженерной академии, – М.: 1994. – 92 с.
2. Бахматов Ю.Ф., Пашченко К.Г. Устройство для волочения проволоки с ультразвуком через калибр сформированный бойками резонансных размеров, с динамическим замыканием изделием (проволокой) зазора между ними // Патент на полезную модель РФ – № 122920, 12.07.2012.
3. Бахматов Ю.Ф., Пашченко К.Г. Технологические основы пластической обработки катанки в совмещенном про-

цессе бесфильтрного волочения с ультразвуком // Сталь. 2014. – №8. – С. 80–82.

4. Бахматов Ю.Ф., Пашченко К.Г., Абдулин Э.М., Ежов О.В., Смирнов Н.В. Технологические основы пластической обработки катанки в совмещенном процессе с воздействием ультразвуком // Обработка сплошных и слоистых материалов, 2013. – № 1 (39). – С. 89–92.

5. Бахматов Ю.Ф., Пашченко К.Г., Кальченко А.А., Белов А.С., Тютряков Н.Ш. Совмещенный процесс бесфильтрного волочения и очистки поверхности катанки // Металлург, 2014. – № 4. – С. 88–91.

6. Пашченко К.Г., Бахматов Ю.Ф., Голубчик Э.М. Влияние пластического растяжения – изгиба в совмещенном процессе удаления окислы – волочения на свойства проволоки // Сталь. 2011. – № 3. – С. 47–49.

7. Першин Г.Д., Караулов Н.Г., Уляков М.С. The research of high-strength dimension stone mining technological schemes in Russia and abroad // Сборник научных трудов Sworld. Выпуск 2. Том 11. Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. – С. 64–73.

8. Першин Г.Д., Караулов Н.Г., Уляков М.С., Шаров В.Н. Features of diamond-wire saws application for rock overburden removal at marble quarry construction // Сборник научных трудов Sworld. Выпуск 3. Том 14. Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. – С. 39–42.

9. Першин Г.Д., Пшеничная Е.Г., Уляков М.С. Влияние режима управления работой канатной пилы на ее производительность // Добыча, обработка и применение природного камня: сб. науч. тр. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – С. 54–63.

10. Першин Г.Д., Уляков М.С. Анализ влияния режимов работы канатных пил на себестоимость отделения монолитов камня от породного массива // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2014. – № 2. – С. 125–135.

11. Першин Г.Д., Уляков М.С. Обоснование комбинированного способа подготовки к выемке блочного высокопрочного камня // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2013. – № 4. – С. 20–30.

12. Першин Г.Д., Уляков М.С. Обоснование способов подготовки к выемке блочного природного камня высокой прочности // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2010. – № 4. – С. 14–19.

13. Уляков М.С. Обоснование комбинированного способа подготовки к выемке блочного высокопрочного камня: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Магнитогорск, 2013.

14. Уляков М.С. Особенности применения карьерных погрузчиков при добыче блочного камня высокой прочности // Добыча, обработка и применение природного камня: сб. науч. тр. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – С. 69–75.

15. Харитонов В.А., Иванцов А.Б., Лаптева Т.А. Обработка проволоки растяжением. Изд-во: Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 162 с.

16. Bakhmatov Yu.F., Pashchenko K.G. Plastic Machining of Wire Rod in Die-Free Drawing, in the Presence of Ultrasound // Steel in Translation, 2014, Vol. 44, – № 8. – P. 607–609.

16. Pashchenko K.G., Bakhmatov Yu.F., Golubchik E.M. Influence of plastic tension-flexure on the wire properties in scale removal and drawing // Steel in Translation, 2011, Vol. 41. – № 3. – P. 246–249.