

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 1151

(13) U

(51)⁷ В 21С 1/00, 9/00,
43/00, В 21В 1/18

(54)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОВОЛОКИ

(21) Номер заявки: u 20030197

(22) 2003.04.29

(46) 2003.12.30

(71) Заявители: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод"; Белорусский национальный технический университет (ВУ)

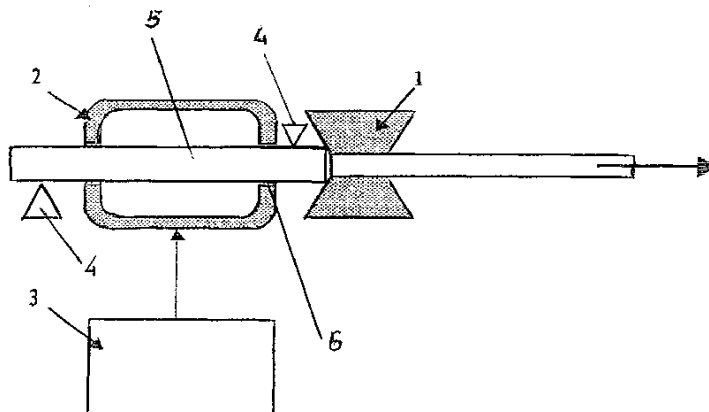
(72) Авторы: Андрианов Николай Викторович; Тимошпольский Владимир Исаакович; Маточкин Виктор Аркадьевич; Эндерс Владимир Владимирович; Савенок Анатолий Николаевич; Стеблов Анвер Борисович; Исаков Сергей Александрович; Шеклеин Александр Викторович; Мандель Николай Львович; Столярский Виктор Иванович; Хлебцевич Всеволод Алексеевич; Батраков Константин Германович (ВУ)

(73) Патентообладатели: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод"; Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(57)

1. Устройство для изготовления проволоки, содержащее деформирующий инструмент и средство высококонцентрированного энергетического источника нагрева заготовки металлической заготовки, **отличающееся** тем, что средство нагрева металлической заготовки выполнено в виде микроволнового резонатора с рабочим каналом для пропуска заготовки.

2. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что микроволновой резонатор снабжен запредельными волноводами, размещенными на входе и выходе микроволнового резонатора.



ВУ 1151 U

(56)

1. Лещинский Л.К., Самоутугин С.С., Пирч И.И. и др. Плазменное поверхностное упрочнение. - Киев: Техника, 1990. - С. 109.

2. Донской А.В., Клубников В.С. Электроплазменные процессы и установки в машиностроении. - М-Л.: Машиностроение, 1979. - С. 143.

3. Терехов В.П. Очистка поверхности проволоки дуговым разрядом. - Бюл. ин-та Черметинформация, 1976. - С. 49-50.

4. Григорьянц А.Г. и др. Методы поверхностной лазерной обработки. - М.: Высшая школа, 1987. - С. 29-31.

5. Максаков А.И., Шульгин Г.М., Кукуй Д.П., Шеремет В.А., Шумриков В.В., Алымов Б.Д., Холявченко Л.Т. Плазменно-дуговое удаление окалины с поверхности катанки // Металл и литье Украины - 2000. - № 5-6. - С. 35-38.

6. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. Гл. Ред. ФМЛ, 1987. - С. 131.

Полезная модель относится к металлургии к технологии производства катанки прокаткой и волочения проволоки и может быть использовано в технологических схемах мелкосортных станов на непрерывных мелкосортных, мелкосортно-проволочных и проволочных станах.

В последнее время все более широкое распространение получают технологические процессы и методы обработки поверхности проката и метизов с использованием для нагрева технического лазера и применения низкотемпературной плазмы. Плазменные технологии успешно используются для очистки поверхности материалов, создания тонкопленочных структур и покрытий, а также целенаправленной модификации поверхностных и объемных физико-химических и механических свойств твердых тел [1-3].

Известно устройство для изготовления сортового проката-метиза, содержащее средство деформации металлической заготовки, средство для воздействия на заготовку с технологическим лазером [4].

Известные устройства [1-4] с использованием технологического лазера не обеспечивают равномерного азимутального нагрева цилиндрической поверхности заготовки, для создания такого нагрева необходимо создание сложной оптической системы, которая подвержена воздействию среды создаваемой в зоне обработки (газы, брызги технологических жидкостей и т.п.), кроме того, низкий к.п. д. преобразования энергии в лазере (порядка 3 %) и связанные с этим повышенные затраты энергии на реализацию процесса.

В связи с изложенным известным устройством не всегда можно достичь требуемого качества изделия волочения с требуемой степенью очистки поверхности заготовки от технологических микро- и макродефектов с одновременным увеличением обжатия за проход.

К одним из новых, технологических устройств в метизном производстве следует отнести технологии с применением низкотемпературной плазмы как высококонцентрированного энергетического источника нагрева заготовки для воздействия на поверхность движущейся проволоки.

Ближайшим техническим решением, принятым в качестве прототипа, является устройство для изготовления проволоки, содержащее деформирующий инструмент и средство высококонцентрированного энергетического источника нагрева металлической заготовки в виде электродугового источника разрядной катодной плазмы [5].

Проволока и катанка являются перспективными объектами использования низкотемпературной плазмы, которая может быть применена не только для нагрева, но и для ряда других операций в сложном технологическом процессе производства сортамента.

Недостаток известной технологии и устройств проявляется в применении электродугового источника разрядной плазмы с непосредственным электрическим контактом с заготовкой. При этом неравномерность воздействия на заготовку путем ее нагрева будет определяться процессами привязки катодного пятна дуги на поверхности проволоки. По-

ВУ 1151 U

ложение пятна определяется локальными свойствами поверхности проволоки в месте привязки. В этом случае неоднородные электрические свойства поверхности заготовки в виде катанки или проволоки, например, наличие окалины, локальных концентраторов поля в виде острых заусенцев, загрязненных закатов, задигов, остатков смазки и окалины на поверхности заготовки являются причиной случайных движений пятна по поверхности проволоки, соответствующих энергетически выгодным (для дугового разряда) режимам горения, что приведет к неравномерному нагреву как по азимуту, так и по длине заготовки. Кроме того, воздействие катодной плазмы на поверхность проволочной заготовки не исключает перегрева центрального сечения проволоки, приводящего в процессе волочения к уменьшению прочности и обрывности заготовки.

Кроме того необходимо иметь ввиду низкий к.п.д. преобразования энергии в известных объектах и связанные с этим повышенные затраты энергии на реализацию процесса.

Известным устройством не всегда можно достичь требуемого качества поверхности проволоки при волочении.

В основу полезной модели положена задача повышения качества поверхности изделия волочения за счет исключения катодной эрозии, повышения к.п. д. преобразования энергии, путем создания на поверхности заготовки тонкого слоя с повышенной пластичностью за счет температурного градиента по поперечному сечению заготовки, снижение обрывности волочения и повышение суммарной вытяжки заготовки за счет улучшения шероховатости заготовки с последующим дополнительным захватом смазки при очистка катанки и передельной заготовки от окалины и остатков смазки после волочения проволочной заготовки.

Поставленная цель достигается тем, что устройстве для изготовления проволоки, содержащем деформирующий инструмент и средство высококонцентрированного энергетического источника нагрева заготовки металлической заготовки, согласно полезной модели, средство нагрева металлической заготовки выполнено в виде микроволнового резонатора с рабочим каналом для пропускания проволочной заготовки.

В устройстве микроволновой резонатор снабжен запердельными волноводами, размещенными на входе и выходе микроволнового резонатора.

Устройство поясняется чертежом, где

фигура- технологическая схема устройства для изготовления проволоки.

Устройство для изготовления проволоки по фигура содержит деформирующий волоочильный инструмент 1, средство высококонцентрированного энергетического источника нагрева металлической заготовки, выполненное в виде микроволнового резонатора 2, электрически связанного с генератором 3 для подачи в микроволновой резонатор энергии, для пропускания проволочной заготовки.

Микроволновой резонатор 2 может быть снабжен запердельными волноводами 4, размещенными на входе и выходе микроволнового резонатора 2 для исключения потерь энергии, вводимой в заготовку.

Для пропускания заготовки 5 микроволновой резонатор 2 снабжен рабочим каналом 6.

Используют устройство для изготовления проволоки путем пропускания законцовки проволочной заготовки 1 через запердельные волноводы 4, рабочий канал 6 микроволновой резонатор 2 и рабочий конус волоочильного инструмента 1. Перед волочением от генератора 3 запитывают микроволновой резонатор 2 и к переднему концу проволочной заготовки 5 прикладывают усилие волочения.

Введение высококонцентрированного нагрева в поверхность металлической заготовки 5 основано на явлении поглощения высокочастотного поля в поверхностном слое металла может быть использовано при обработке проволоки. Известно, что глубина проникновения электромагнитного поля в металл зависит от свойств металла и длины волны. Глубина проникновения падает с уменьшением длины волны (скин-эффект).

Глубину проникновения электромагнитного поля в проволочную заготовку можно оценить по формуле:

ВУ 1151 U

$$\delta = \sqrt{\frac{c\lambda}{4\pi^2\sigma}}$$

Здесь λ - длина волны излучения, σ - коэффициент электрической проводимости металла, c - постоянная скорости света (считается, что все параметры в данной формуле выражены в системе СГС). Для частоты электромагнитного поля 10 ГГц (что соответствует длине волны 3 см) глубина скин слоя при комнатной температуре составляет 0,6 мкм. Такой же порядок величины имеет глубина проникновения для золота и серебра. У металлов, обладающих меньшей электропроводностью, глубина проникновения поля больше (медь, золото и серебро - одни из наиболее электропроводных материалов). Например, для ниобия скин слой (при той же частоте поля 10 ГГц) составляет ~1,5 мкм.

При протекании возбужденных волной в скин слое токов в нем выделяется джоулево тепло, которое идет на его нагрев. Из-за наличия теплопроводности выделенное тепло будет распространяться вглубь проволочной заготовки. Поэтому на практике возможен нагрев прилегающего к скин слою металла. Так, на глубину 100 мкм в меди тепло распространится за время по порядку величины ~0,0001 с. Такое время взаимодействия излучения с поверхностью проволочной заготовки для сварочной проволоки Св-08ГС ($d = 3,0; 4,0; 5,0$) получается, если проволока протягивается со скоростью 20 м/с в промежутке 2 мм. При этом мощность, требуемая для разогрева поверхности проволоки с таким характерным размером до 1000 °С при такой скорости протяжки составляет ~2 кВт.

Для достижения цели, поставленной в заявленном объекте, требуется обеспечить температуру нагрева проволочной заготовки или катанки на входе-выходе в очаг - из очага деформации фильеры, при которой:

обеспечивается азимутальная однородность распределения температуры;

обеспечивается радиальное распределение температуры в заготовке (путем теплообмена между поверхностью заготовки и поглощением высокочастотного поля, а также энерговыделения на поверхности заготовки, связанного с поверхностной рекомбинацией плазмы. Рекомбинация - процесс образования нейтрального атома при соединении иона с электроном. Каждый акт рекомбинации сопровождается выделением энергии ионизации [6], при котором поверхностный слой порядка 1-500 микрон в зависимости от деформируемого диаметра находится в пластичном состоянии, а центральная часть сечения имеет температуру, при которой сохраняются прочностные свойства проволоки, необходимые для обеспечения протяжки.

Использование заявленного устройства в процессе волочения путем очистки от окалины за счет введения электромагнитного поля позволяет дополнительно увеличить шероховатость и увеличить количество дополнительной смазки. В стандартных технологических процессах увеличить смазочный слой на нагартованной проволоке без предварительной термообработки невозможно, так как такой металл склонен к науглероживанию.

Известные источники нагрева - технологические лазеры не обеспечивают равномерного азимутального нагрева цилиндрической поверхности заготовки, для создания такого нагрева необходимо создание сложной оптической системы, к тому же подверженной воздействию среды создаваемой в зоне обработки (газы, брызги технологических жидкостей и т.п.). Кроме того, необходимо иметь ввиду низкий к.п.д. преобразования энергии в лазере (порядка 3 %) и связанные с этим повышенные затраты энергии на реализацию процесса.

Для электродугового источника, на основе катодной плазмы, неравномерность нагрева будет определяться процессами привязки катодного пятна дуги на поверхности с использованием заготовки в качестве катода.

Устранение поверхностных дефектов, перед меднением с последующим волочением или после волочения на проволочной заготовке сварочной проволоки Св-08ГС ($d = 0,8; 1,0; 1,2; 1,6;$) и Св-08ГС ($d = 3,0; 4,0; 5,0$) или при прокатке катанки $d = 5,5$ из стали 80К со скоростью 80 м/с возможно обеспечить на финишном участке техпроцесса путем равномерного поверхностного оплавления на глубину, соответствующую типичному попереч-

ВУ 1151 U

ному размеру дефекта (5...10 мкм). При этом процесс теплообмена организуют таким образом, чтобы при температуре плавления материала на поверхности проволоки в зоне обработки начиная с глубины оплавления равной 2...3 поперечным размерам макро- или микродефекта, сохранялась температура заготовки, при которой сохраняются ее прочностные характеристики во избежание ее разрыва и неконтролируемого уменьшения диаметра при прокатке или волочении.

Это привело к необходимости организации нестационарного процесса теплообмена обрабатываемой поверхности с внешним источником, при плотностях теплового потока недостижимых для традиционных источников тепла. Для создания таких плотностей потока на поверхности заготовки в заявленном объекте используют в качестве источника тепла высокочастотное электромагнитное поле.

При взаимодействии высокочастотного поля с поверхностью заготовки энергия ионизации высвобождается в процессах поверхностной рекомбинации, что обеспечивает высокие плотности теплового потока.

Для поверхностной обработки высокочастотным полем проволоки или катанки в процессе их волочения со скоростями ~10...20 м/с, соответственно, прокатки 50-120 м/с в заявленном устройстве тепловое воздействие производят внутри микроволнового резонатора. В процессе отработки технологии использовали варианты:

воздействие высокочастотным полем с одновременной очисткой заготовки от окалины, поверхностных дефектов и загрязнений перед первым переходом с предварительным меднением или без меднения;

воздействие высокочастотным полем с одновременной очисткой заготовки от окалины, поверхностных дефектов и загрязнений после чистового калибра волочения;

воздействие высокочастотным полем на заготовку между переходами для снятия нагартовки и обеспечения волочения заготовки с повышенной пластичностью поверхностного слоя.

Пример.

Сравнение энергетической эффективности известной технологии на основе плазменного электродугового - катодного нагрева с использованием проволоочной заготовки или катанки в качестве катода и заявленного устройства основано на анализе энергобаланса дуг для обоих случаев.

При волочении проволоки или катанки диаметром 5,5 мм со скоростью 20 м/с мощность, требуемая для разогрева поверхности заготовки с таким характерным размером до 1000 °С при такой скорости волочения составляет ~2 кВт.

При известном катодно-дуговом источнике нагрева обработка катанки диаметром 5,5 мм осуществляется в диапазоне изменения режимных параметров: мощность $N = 10-20$ кВт; скорость перемотки катанки $V = 2,1$ м/с.

Таким образом заявленное устройство энергетически более выгодно.

Проводили изготовление сварочной проволоки Св-08ГС ($d = 0,8; 1,0; 1,2; 1,6;$) и Св-08ГС ($d = 3,0; 4,0; 5,0$) перед меднением или после волочения путем ее волочения с $d = 5,5$ до 0,8мм в 13-15 переходов. После волочения по ТУ проволока подвергалась меднению в одном из вариантов. В другом варианте меднению проволока подвергалась перед волочением. Степень обжатия в среднем составляла не более 20 % за проход. С использованием заявленной технологии для улучшения качества проволоки она подвергалась меднению: перед волочением; после волочения.

Катанка диаметром 5,5 мм из стали 80К при волочении проволоки воздействию высокочастотного поля подвергалась при скоростях волочения 20 м/с. Обрывность волочения отсутствовала. Наблюдалось повышение суммарной вытяжки заготовки за счет улучшения шероховатости заготовки с последующим дополнительным захватом смазки при очистке катанки и передельной заготовки от окалины. Остатков смазки не наблюдалось после

ВУ 1151 U

волочения проволочной заготовки в результате воздействия высокочастотного поля на заготовку на выходе из очага деформации.

Степень очистки катанки от окалины достигает 96,5-99 %. Степень очистки проволоки и катанки от остатков смазки достигает 99-100 %.

Обработка катанки диаметром 6,5 мм по известной технологии осуществлялась при скорости перемотки катанки $V = 2,1$ м/с. Степень очистки катанки от окалины при данном способе обработки достигает 93-96 %. На поверхности катанки наблюдаются пятна кратерного характера, вследствие наличия электродуговой катодной эрозии.

Сравнительные испытания заявленного и известного объектов позволяют сделать вывод о преимуществах заявленного объекта в отношении повышения качества поверхности катанки или проволоки за счет исключения катодной эрозии, повышения к.п.д. преобразования энергии, путем создания на поверхности заготовки тонкого слоя с повышенной пластичностью за счет температурного градиента по поперечному сечению заготовки, снижение обрывности волочения и повышение суммарной вытяжки заготовки за счет улучшения шероховатости заготовки с последующим дополнительным захватом смазки при очистке катанки и передельной заготовки от окалины и остатков смазки после волочения проволочной заготовки.

Промышленное освоение заявленного объекта планируется в условиях работы стана 320/150 Белорусского метзавода.