

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 1351

(13) U

(51)⁷ В 21В 1/02

(54)

СОРТОПРОВОЛОЧНЫЙ СТАН

(21) Номер заявки: u 20030360

(22) 2003.08.14

(46) 2004.06.30

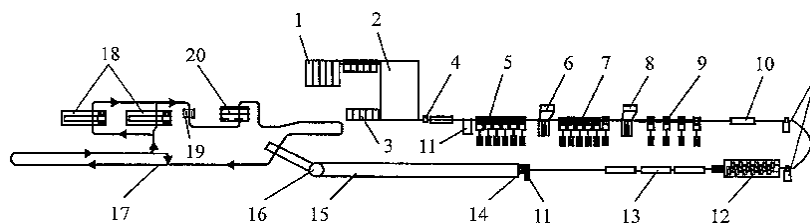
(71) Заявители: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод"; Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Андрианов Николай Викторович (ВУ); Тимошпольский Владимир Исаакович (ВУ); Маточкин Виктор Аркадьевич (ВУ); Жданок Сергей Александрович (ВУ); Тищенко Владимир Андреевич (ВУ); Мандель Николай Львович (ВУ); Жучков Сергей Михайлович (УА); Трусова Ирина Александровна (ВУ)

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

(57)

1. Сортопроволочный стан, включающий нагревательную печь с шагающим подом, непрерывные черновые, промежуточные группы клетей и чистовые клетки блочного типа, термическую линию обработки катанки двухстадийного охлаждения, виткообразователь и камеру образования мотков, отличающийся тем, что стан выполнен однониточным однопетлевым и его узлы и агрегаты расположены в следующей последовательности: нагревательная печь с шагающим подом выполнена с пятью зонами регулирования теплового режима и снабжена средством пошаговой кантовки на 90° заготовок с полным оборотом 360° в рабочем пространстве печи, разгрузочный рольганг которой снабжен средством гидросбива с поверхности заготовок для удаления окалины, при этом перед первой клетью черновой группы расположен термостат для уменьшения потерь тепла и различия температур по длине заготовок, а перед первой и перед второй промежуточными группами клетей установлены ножницы для удаления концов раскатов, причем группа чистового проволочного блока клетей снабжена средством для водяного охлаждения подката и средством однопетлевого разворота его на 180° для подачи подката в группу чистового проволочного



Фиг. 1

ВУ 1351 U

блока; после которой размещена термическая линия обработки катанки, выполненная в виде кинематически связанных трехсекционного средства водяного охлаждения, каждая секция которого расположена с разным шагом друг относительно друга, и рольганга воздушного охлаждения витков катанки, который снабжен тремя группами вентиляторов, разделенных между собой роликовым транспортером: первая группа образована двумя вентиляторами, вторая - восемью вентиляторами, третья группа образована двумя вентиляторами с соотношением суммарной производительности вентиляторов между группами соответственно (190...195) / (1230...1235) / (125...135) тыс.м³/ч, за которыми смонтированы виткосборник, крюковой конвейер, камера образования мотков и средство для прессования и обвязки мотков.

2. Стан по п. 1, **отличающийся** тем, что каждая секция водяного охлаждения оборудована охлаждающими и отсекающими водяными и воздушными форсунками, причем первая охлаждающая секция смонтирована на выходе чистового проволочного блока клетей для фиксации измельченной в процессе деформации структуры аустенита, а две последующих секции смонтированы одна за другой непосредственно перед входом катанки на виткоукладчик.

(56)

1. Горбанев А.А., Жучков С.М., Филиппов В.В., Тимошпольский В.И., Стеблов А.Б., Юнаков А.М., Тищенко В.А. Теоретические и технологические основы высокоскоростной прокатки катанки. - Мн.: Вышэйшая школа, 2003. - С. 29-31, 40.

Полезная модель относится к прокатному производству, а именно к конструкциям устройств, для производства катанки и может быть использована в технологических линиях сортопроволочного стана.

В мировой практике производства катанки работают современные проволочные и мелкосортно-проволочные станы, рассчитанные на прокатку заготовок сечением 100×100...200×200 мм со скоростью до 100 м/с. Катанка производится в мотках массой 1,5...2,0 тонны.

Улучшение качества металлопродукции, снижение энергозатрат, повышение эффективности ее производства и потребления являются основными направлениями развития промышленности во всех странах.

Катанка является основным сырьем для метизного производства. Она используется для изготовления стальных канатов, применяемых в различных отраслях промышленности, металлокорда, используемого для изготовления шин грузовых и легковых автомобилей, крепежных изделий, проволоки различного назначения, пружин, струн и других изделий. Производимые на проволочных станах арматурные профили применяют для армирования железобетонных конструкций. Суммарный объем производства катанки, в том числе арматурной, на проволочных станах мира составляет около 50 млн. т в год, то есть 7...9 % от общего объема производства готового проката.

Развитие метизного производства диктует необходимость увеличения массы мотков катанки до 2,5...3,0 т и улучшения ее качества - получения заданных свойств катанки различного назначения и марок сталей, повышения равномерности свойств и структуры, уменьшения отклонений размеров катанки, снижения количества окалина на поверхности катанки и исключения образования поверхностных дефектов.

Известен проволочный стан 150 МакМК для производства катанки диаметром 5,5...12 из углеродистых и низколегированных сталей в мотках массой до 2 т из заготовок 150×150 мм длиной 9...10 м. Сортопроволочный стан включает нагревательную печь, непрерывные черновые, две промежуточные группы клетей, десяти клетьевые чистовые блоки, линию водяного охлаждения, низкотемпературные двухклетьевые блоки. Стан

ВУ 1351 U

двух-ниточный в первой и промежуточной группах прокатка производится в две нитки, далее - в одну. Термическая линия обработки катанки с прокатного нагрева выполнена двухстадийного охлаждения, трайбаппараты, виткообразователь и камера образования мотков-стандартные [1].

Недостатком известного устройства является низкая эффективность при разделении раската.

В качестве прототипа принят сортопроволочный стан, включающий нагревательную печь с шагающим подом, непрерывные черновые, промежуточные группы клетей и чистовые клетки блочного типа, термическую линию обработки катанки с прокатного нагрева двухстадийного охлаждения, трайбаппараты, виткообразователь и камеру образования мотков [1, с.40].

Как показал опыт работы БМЗ и других станом зарубежных стран, проектные скорости прокатки обычно не достигаются, так как при повышении скорости более 90 м/с резко возрастают простои станом и количество недокатом. Это связано с неустойчивой работой высокоскоростного оборудования, в основном блоком чистовых клетей. Поэтому прокатку ведут на скоростях, пониженных относительно проектных. Это объясняется тем, что при проектировании конструкций блоком и разработке калибровки и рабочих режимов прокатки не учитывались особенности процесса непрерывной высокоскоростной прокатки. В частности, не учитывалось:

влияние инерционных сил на все параметры процесса;

воздействие межклетевых усилий, определяющих совместно с инерционными силами устойчивость заполнения металлом очага деформации в начальный момент захвата и при установившемся процессе, а также нагрузки и динамику приводной линии блока чистовых клетей и точность катанки;

характер зависимости сопротивления металла деформации от скорости деформации, температуры нагрева и охлаждения катанки.

В основу полезной модели поставлена задача улучшения качества металлопродукции, снижения энергозатрат, повышение эффективности ее производства и потребления с учетом особенностей процесса непрерывной высокоскоростной прокатки и после деформационного охлаждения.

Решение поставленной задачи обеспечивается тем, что в сортопроволочный стан, включающий нагревательную печь с шагающим подом, непрерывные черновые, промежуточные группы клетей и чистовые клетки блочного типа, термическую линию обработки катанки двухстадийного охлаждения, виткообразователь и камеру образования мотков, согласно полезной модели, выполнен однониточным однопетлевым и его узлы и агрегаты расположены в следующей последовательности: нагревательная печь с шагающим подом выполнена с пятью зонами регулирования теплового режима и снабжена средством пошаговой кантовки на 90° заготовок с полным оборотом 360° в рабочем пространстве печи, разгрузочный рольганг которой снабжен средством гидросбива с поверхности заготовок для удаления окалины, при этом перед первой клетью черновой группы расположен термостат для уменьшения потерь тепла и различия температур по длине заготовок, а перед первой и перед второй промежуточными группами клетей установлены ножницы для удаления концов раскатом, причем группа чистового проволочного блока клетей снабжена средством для водяного охлаждения подката и средством однопетлевого разворота его на 180° для подачи подката в группу чистового проволочного блока; после которой размещена термическая линия обработки катанки, выполненная в виде кинематически связанных трех секционного средства водяного охлаждения, каждая секция которого расположена с разным шагом друг относительно друга и рольганга воздушного охлаждения витков катанки, который снабжен тремя группами вентиляторов, разделенных между собой роликовым транспортером: первая группа образована двумя вентиляторами, вторая - восемью вентиляторами, третья группа образована двумя вентиляторами с соотношением сум-

ВУ 1351 U

марной производительности вентиляторов между группами соответственно (190...195) / (1230...1235) / (125...135) тыс.м³/ч, за которыми смонтированы виткосборник, крюковой конвейер, камера образования мотков и средство для прессования и обвязки мотков.

В сортопроволочном стане каждая секция водяного охлаждения оборудована охлаждающими и отсекающими водяными и воздушными форсунками, причем первая охлаждающая секция смонтирована на выходе чистового проволочного блока клетей для фиксации измельченной в процессе деформации структуры аустенита, а две последующих секции смонтированы одна за другой, непосредственно, перед входом катанки на виткоукладчик.

Полезная модель поясняется чертежом, где на

фиг. 1 схематично изображен общий вид сортопроволочного стана;

фиг. 2 - вид линии термической высокотемпературной (ВТМО) обработки катанки с температуры деформации чистового проволочного блока.

По фиг. 1 представлен общий вид сортопроволочного стана, на котором последовательно даны в кинематической связи узлы и агрегаты линии: загрузочная решетка 1; нагревательная печь 2; разгрузочный рольганг 3 (аварийный); установка 4 удаления окалины; черновая группа 5 клетей; ротационные ножницы 6; первая промежуточная группа 7 клетей; ротационные ножницы 8; вторая промежуточная группа 9 клетей; секция водяного охлаждения 10 подката перед чистовым проволочным блоком 12 трайбаппарат 11; чистовой проволочный блок 12; участок водяного охлаждения 13 катанки; виткообразователь 14; рольганг для воздушного охлаждения 15 витков катанки; камера образования мотков 16; крюковой конвейер 17; устройство 18 для прессования и обвязки мотков; весы 19; станция разгрузки 20 мотков.

По фиг. 2 линия термической высокотемпературной (ВТМО) обработки катанки с температуры деформации чистового проволочного блока включает последнюю клеть чистового проволочного блока 12; участок водяного охлаждения 13; трайбаппарат 11; виткообразователь 14; первую группу из двух вентиляторов 21 производительностью по 96 тыс.м³/ч; вторую группу из восьми вентиляторов 22 производительностью по 154 тыс.м³/ч; роликотный транспортер 23, третью группу вентиляторов производительностью по 65 тыс.м³/ч; теплоизолирующие крышки 24 и виткосборник 16.

Соотношение суммарной производительности вентиляторов 21, 22, 24, между группами, соответственно, (190...195) / (1230...1235) / (125...135) тыс.м³/ч выявлено экспериментально.

В линии каждая секция 26, 27, 28 участка водяного охлаждения 13 катанки оборудована охлаждающими и отсекающими водяными форсунками 29 и воздушными форсунками 30, причем первая охлаждающая секция 26 смонтирована на выходе чистового проволочного блока 12 клетей для фиксации измельченной в процессе деформации структуры аустенита, а две последующих секции 27, 28 смонтированы одна за другой, непосредственно, перед входом катанки на виткоукладчик 11. Работа линии производится на примере стана 150 по следующей технологии.

Нагретые до температуры прокатки заготовки выдают в линию стана из печи 2. С помощью устройства 4 гидросбива с поверхности заготовок удаляют окалину. Для уменьшения потерь тепла и различия температур по длине заготовок перед первой клетью черновой группы 5 клетью расположен термостат, на чертеже условно не показан.

В состав комплекса оборудования стана 150 входит уникальная нагревательная печь 2 с шагающим подом, отличительной особенностью которой является пошаговая кантовка (на 360 °) заготовок с полным оборотом в рабочем пространстве печи.

Основным оборудованием, определяющим устойчивость технологического процесса, являются высокоскоростной чистовой проволочный блок 12 чистовых клетей, трайбаппараты 11 и виткообразователь 14. Чистовой проволочный блок 12 представляет собой механическую систему из 8-10 рабочих чистовых клетей небольших габаритов с жесткой

ВУ 1351 U

кинематической связью, общим приводом и малым расстоянием между клетями. Прокатку в блоке 12 производят с небольшими межклетьевыми усилиями в раскате без кантовки и петлеобразования.

Калибры, за исключением последних клетей, используют для прокатки катанки различных диаметров. Применяемая система калибровки валковых шайб блока - "овал-круг".

Основные операции технологического процесса производства катанки на примере сортопроволочного стана 150 БМЗ состоят в следующем.

После контроля и зачистки дефектов заготовки сечением 125x125 мм и длиной до 12 м, массой до 1,5 т подают в нагревательную печь 2 стана 150.

Нагревательная печь с шагающим водоохлаждаемым подом имеет пять зон регулирования теплового режима. Посад и выдача металла - боковые. В качестве топлива используют природный газ с теплотой сгорания 33,5 МДж/м³ (8000 ккал/м³). Нагрев осуществляют с помощью 18-ти длиннофакельных горелок, температура подогрева воздуха - до 530°C. В процессе нагрева производят кантовку заготовок.

Прокатку осуществляют в черновой, первой и второй промежуточных соответственно группах 5, 7, 9 клетей и чистовом проволочном блоке 12 клетей. После каждой группы 5, 7 клетей установлены ротационные ножницы 6, 9 для удаления концов раскатов, а в случае необходимости - аварийной порезки раскатов на мерные длины.

Стан 150 БМЗ - одностаничный. Черновая группа 5 состоит из шести клетей с горизонтальным расположением валков и индивидуальным приводом.

Первая промежуточная группа 7 состоит из шести попеременно чередующихся горизонтальных и вертикальных клетей с валками консольного типа. Вторая промежуточная группа 9 состоит из четырех клетей консольного типа с горизонтальным и вертикальным расположением валков.

Перед прокаткой в чистовом проволочном блоке 12 раскат охлаждают до температуры 950 °С в секциях 10 водяного охлаждения. Транспортировку раската к блоку 12 и разворот его на 180 ° осуществляют с помощью двух трайбаппаратов 11.

Чистовой проволочный блок 12 состоит из десяти клетей.

После прокатки в чистовом блоке катанку охлаждают в линии высокотемпературной обработки двухстадийного охлаждения с прокатного нагрева в блоке 12.

После участка 13 водяного охлаждения (первая стадия) с помощью виткообразователя 14 катанку в виде плоской спирали укладывают на роликовый транспортер рольганга 15, на котором происходит формирование ее структуры и свойств. Перед виткообразователем 14 установлен трайбаппарат 11.

В зависимости от марки стали и требуемых свойств и структуры готовой катанки ее витки охлаждают ускоренно воздухом вентиляторов 21, 22, 24 или замедленно под теплоизолирующими крышками 25 при отключенных вентиляторах 21, 22, 24 и пониженной скорости роликового транспортера 23.

На участке первичного охлаждения катанки после чистового проволочного блока 12 были установлены три новые секции 26, 27, 28 водяного охлаждения длиной по 6,1 м. Каждая секция 26, 27, 28 оборудована охлаждающими и отсекающими водяными и воздушными форсунками 29, 30. Первая охлаждающая секция 26 максимально приближена к блоку 12 для фиксации измельченной в процессе деформации структуры аустенита. Управление секциями 26, 27, 28 водяного охлаждения в зависимости от заданной температуры катанки на виткоукладчике 14 автоматизировано.

На участке воздушного охлаждения максимальное количество подаваемого на охлаждение воздуха и соответственно скорость воздушного потока увеличены в три раза по сравнению с известным аналогом, что значительно расширило диапазон возможных скоростей охлаждения.

Все технологические параметры участка охлаждения (температура, расход и давление воды и воздуха, скорость транспортера 23 рольганга 15, положение крышек 25 могут ре-

ВУ 1351 U

гулироваться вручную оператором в дистанционном режиме. Ниже приведены результаты исследований свойств и структуры катанки диаметром 5,5 мм из стали 80, используемой для производства металлокорда и канатной проволоки.

Катанку прокатывали со скоростью 80 м/с. Температура металла на виткоукладчике была равна 860 °С. Катанка охлаждалась ускоренно при открытых крышках при подаче воздуха 80 % от максимальной производительности вентиляторов, скорость транспортера составляла 0,9...1,1 м/с. От опытных плавок отбирали мотки, прокатанные в начале, середине и конце плавок. На опытных мотках исследовали свойства и структуру металла по длине витков, мотков и в партии металла.

Исследования показали, что в результате перераспределения воздуха по ширине транспортера была обеспечена однородная микроструктура по длине витков. Она состояла из перлитных зерен 8-9-го номера по ASTM. При оценке методом оптической металлографии видимая микроструктура состояла на 90...95 % из сорбитообразного перлита (1 балл по ГОСТ 8233), остальное - в основном скрытопластинчатый перлит. Количество свободного феррита в виде отдельных участков разорванной сетки, расположенных на границах перлитных зерен, не превышало 1 %. Различия в микроструктуре образцов, отобранных в различных участках по ширине роликового транспортера, не обнаружено. При количественном анализе методом стереометрической металлографии истинная дисперсность перлита была разложена на ряд кривых в интервале межпластиночного расстояния 0,08...0,2 мкм, при этом 95 % не выходило за верхний предел 0,15 мкм. Преобладающими являлись кривые в интервале 0,077...0,1 мкм, то есть микроструктура близка к структуре катанки, патентованной в свинце или селитре, но имеет больший разброс истинного межпластиночного расстояния.

В результате реконструкции участка охлаждения повышена стабильность механических свойств по длине мотков и в плавке. Коэффициент вариации временного сопротивления разрыву σ_b уменьшен в три раза, относительного сужения Ψ - в 1,3...1,5 раза по сравнению с результатами, достигнутыми на старой линии охлаждения. Вероятность получения катанки в соответствии с требованиями стандартов по σ_b повышена до 0,996...1,0 и Ψ и δ - до 1,0.

На основании выполненных экспериментальных исследований разработаны и реализованы рациональные температурно-тепловые режимы нагрева непрерывно-литых заготовок сечением 125x125 мм, обеспечившие снижение удельного расхода условного топлива на 2...3 кг у.т/т и уменьшение окалинообразования на 1...2,5 кг/т в зависимости от производительности печи. КПД печи составляет 65...70 %.

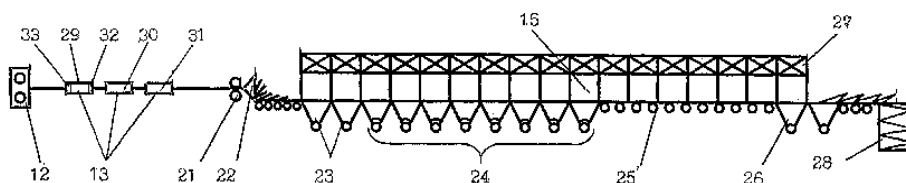
За счет разработанных режимов прокатки и требований к точности подката уменьшены межклетьевые усилия в блоке чистовых клетей проволочного стана, что исключило возможность потери продольной устойчивости раската в межклетьевых промежутках блока и повысило точность катанки. В настоящее время точность катанки составляет $\pm 0,15$ мм с овальностью не более 0,2 мм при вероятности 1,0, что соответствует точности, достигнутой на лучших зарубежных станах. Разработаны рациональные режимы охлаждения, внедрение которых позволило повысить прочностные и пластические свойства высокоуглеродистой катанки, в 3 раза снизить разброс временного сопротивления разрыву и в 1,3... 1,5 раза - разброс относительного сужения по длине мотков и в плавках. Снижено (практически в 2 раза) число обрывов при холодном волочении катанки.

В результате повышения точности прокатки, улучшения прочностных и пластических свойств и повышения их стабильности улучшено качество проволоки для производства металлокорда и канатов. Повышена деформируемость катанки при холодном волочении, а при производстве высокопрочной арматурной проволоки в сталепроволочном переделе завода сокращена операция патентирования, за счет чего снизился удельный расход металла на 7 кг/т и количество некондиционного проката.

ВУ 1351 U

Суммарный фактический экономический эффект от использования результатов работы за счет улучшения качества проволоки для производства металлокорда и канатов составит 1187 тыс. у.е.

Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод" (РУП "БМЗ") занимает одно из ведущих мест в обеспечении высококачественной металлопродукцией стран ближнего и дальнего зарубежья. Одним из основных видов продукции завода является металлокорд, получаемый на проволочном стане 150 из высокоуглеродистой катанки. Это наиболее конкурентоспособный вид продукции стана, отправляемый на экспорт.



Фиг. 2