

Машеков С.А., Бекмуханбетова Ш.А., Нугман Е.З., Нуржанова Г.Ж.

**КОНСТРУКЦИЯ НОВОГО СТАНА ПРОКАТКИ ТОНКИХ ПОЛОС С
ОБЕСПЕЧЕНИЕМ МИНИМАЛЬНОГО НАТЯЖЕНИЯ В МЕЖКЛЕТОВЫХ
ПРОМЕЖУТКАХ**

S.A. Mashekov, S.A. Bekmuhanbetova, E.Z. Nugman, G.Zh. Nurzhanova

**CONSTRUCTION OF NEW MILL ROLLING THIN BANDS WITH MINIMUM TENSION
IN BETWEEN CELLS INTERVALS**

УДК: 621.313.333

В статье предлагается стан новой конструкции для прокатки горячекатаных тонких полос из сталей и сплавов и система автоматического регулирования скоростного режима прокатной клетки данного непрерывного стана горячей прокатки тонких полос с обеспечением минимального натяжения в межклетевых промежутках. Представлена система уравнений механической системы, учитывающая процессы деформации металла при прокатке с обжатием в клетях и позволяющая проводить анализ динамических свойств.

The paper proposes a new design standard for hot-rolled thin on the los of steels and alloys and cruise control speed limit procate the cage of a continuous hot rolling of thin strips with minimum tension in behveen cells intervals. Shows a system of equations of a mechanical system that takes into account the processes of deformation of the metal during rolling with a crimp-tiem in the stands and allows the analysis of dynamic properties.

Стремление к более полному удовлетворению требований рынка при снижении затрат на производство заставило производителей листового проката обратиться к проблеме получения горячекатаных полос по уровню комплекса свойств, не уступающих или приближающихся к холоднокатаным [1].

В целом, видимо, новые технологические схемы прокатки тонкого горячекатаного листа не вытесняют прокатку тонкого холоднокатаного листа, они занимают свою технологическую нишу.

При этом важным фактором, определяющим качество тонколистовой продукции, является технологические режимы прокатки. Поэтому задачи, связанные с совершенствованием технологических режимов тонколистовой стали с целью повышения их качества, являются актуальными. Они могут быть решены путем разработки и практического освоения новых станом и технологических способов прокатки листового металла.

Во многих случаях повышение качества горячекатаного проката достигается путем увеличения коэффициента вытяжки, что достигается за счет применения заготовки с повышенным сечением [1]. Однако данная технология производства профилей из непрерывнолитых заготовок имеет ряд существенных недостатков, которые не позволяют широко применять ее в производстве. К таким недостаткам относятся:

- резкое увеличение габаритов и стоимости машины непрерывного литья **заготовок** (МНЛЗ) при отливке заготовок сечением более 600x430 мм;
- трудность нагрева заготовок толщиной более 430 мм в существующих методических печах;
- уменьшение производительности стана вследствие большего времени прокатки заготовки в обжимной клетке, чем в остальных клетях.

Перевод прокатных станом на работу с заготовкой повышенного сечения требует дополнительные производственные площади для установки дополнительных клетей.

Как один из вариантов решения данной проблемы следует рассматривать применение агрегата с высокими обжатиями в качестве связующего при прямом совмещении машины непрерывного литья заготовок с прокатными станом [1]. Данные агрегаты имеют малые габариты и заменяют ряд прокатных клетей. Создание таких комплексов позволит сократить производственные площади, капитальные и эксплуатационные расходы, существенно снизить расход металла, энергии, повысить производительность труда и качество продукции. Таким образом, в настоящее время создаются принципиально новые агрегаты с высокими обжатиями, требующие сравнительно небольшие капитальные вложения и позволяющие снизить расходы по переделу.

Другим, не менее перспективным вариантом, является применение в составе литейно-прокатного модуля принципиально новых МНЛЗ, позволяющих получать непрерывнолитые заготовки, близкие по форме и размерам к готовым изделиям, а так же новых станом, позволяющих прокатывать тонкий листовый прокат с малыми энергозатратами [2]. В связи с этим особенно важно обосновать структуру, состав оборудования литейно-прокатного модуля и выбор оптимального сечения непрерывнолитой заготовки с позиции снижения капитальных затрат, внедрения ресурсосберегающей малоотходной технологии, улучшения качества проката.

Сравнение результатов производства листового стали по обычной технологии и при прокатке листа тонкими слябами показало, что величина зерна в случае прокатки тонкими слябами меньше, чем в случае использования для прокатки слябов обычной толщины [2]. Более мелкозернистая структура, обусловленная снижением температуры выдачи заготовки при прокатке, сохраняется продукте, благодаря чему достигаются постоянные показатели предела текучести временного сопротивления. Только тонкий сляб, вследствие малой исходной толщины, может иметь низкую температуру выдачи, с помощью чего при прокатке достигаются лучшие пластические свойства листа.

Таким образом, тонкослябовая технология, в сочетании с прокаткой на станах с малыми энергосиловыми параметрами, позволяет снизить капитальные затраты и затраты по переделу, а также улучшить свойства материала готовой продукции.

С целью повышения производительности и качества получаемых листов, а также уменьшения энергосиловых параметров нами предлагается стан новой конструкции для прокатки горячекатаных тонких полос из сталей и сплавов [3].

Предлагаемый стан содержит рабочие клетки, электродвигатель, муфту, опорные неприводные валки, рабочие приводные валки, станину, опорную плиту, анкерные болты (рисунки 1 и 2). Имеющие от одного двигателя переменного тока привод клетки содержат рабочие и опорные валки постоянного диаметра, а в последовательно расположенных клетях диаметр рабочих валков уменьшается в направлении прокатки, соответственно диаметр опорных валков увеличивается. При этом вращение валков осуществляют через общую цепную передачу, индивидуальную муфту и накрест лежащие диаметром одинаковые колеса и шестерни имеющую зубчатую передачу, а диаметры рабочих и опорных валков определяют по формуле, соответственно:

$$D_{i+1} = \frac{h_i \Psi_i \Psi_i (1 + S_i)}{h_{i+1} \Psi_{i+1} (1 + S_{i+1})}; \quad (1)$$

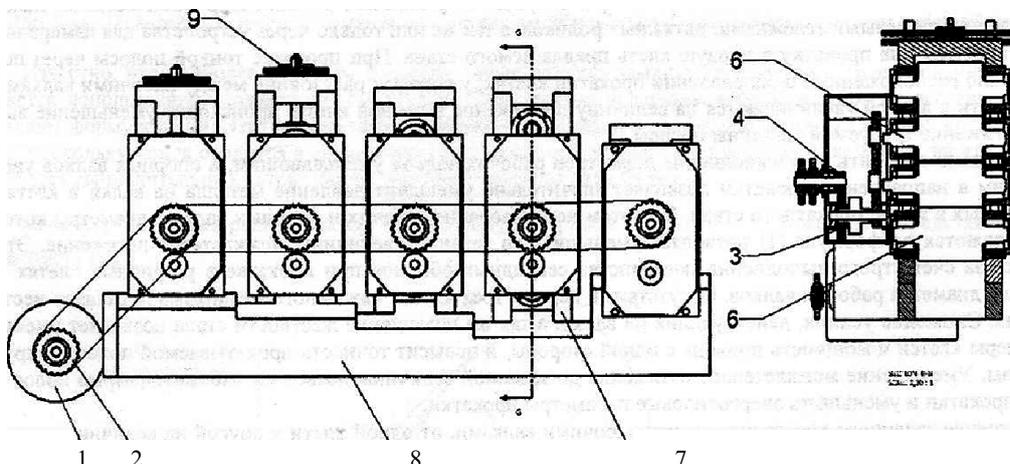
$$D_{j-1} = \frac{h_j \Psi_j \Psi_j (1 + S_j)}{h_{j-1} \Psi_{j-1} (1 + S_{j-1})}; \quad (i = 1, 2, \dots, N; \dots 2, 1), \quad (1)$$

где h_i, h_j - толщина прокатываемой полосы в i или j клетях; n_i , или n_j - частота вращения валков i или j клетки; N - порядковый номер клетки; s_i - и s_j - опережение на выходе из валков i или j клетки.

В предлагаемом стане горизонтальные оси верхних и нижних валков первых трех клеток без нажимного механизма смещены от оси прокатки в вертикальном направлении на величину:

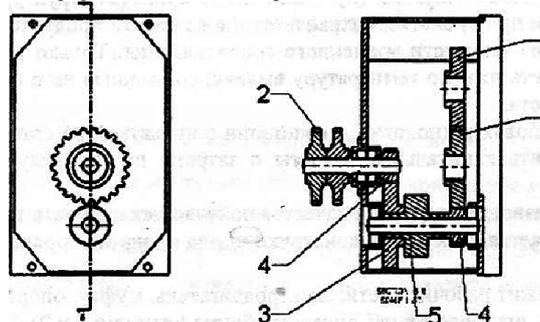
$$Dx_i = 0,25 \Psi_k \Psi_{pi} \Psi_i^2, \quad (2)$$

где D_{pi} - диаметр новых рабочих валков i -той клетки, мм; k_n - коэффициент переточки; α_1 - допускаемый угол захвата для валков i -той клетки.



1 - электродвигатель; 2 - цепная передача; 3 - колесо; 4 - шестерня; 5 - муфта; 6 - валки; 7 - станина; 8 - опорная плита, 9 - нажимной механизм

Рис. 1. Непрерывный стан для прокатки полос из стали и сплавов



2 - цепная передача; 3 - колесо; 4 - шестерня; 5 - муфта

Рис. 2. Привод клеток непрерывного стана для прокатки полос из стали и сплавов

В стане новой конструкции диаметр делительной окружности колес каждой клетки изготовлены равным диаметру рабочих валков соответствующей клетки, а заданное расстояние между рабочими валками от одной клетки к другой увеличены на величину опережение.

Пятиклетевой непрерывный стан для прокатки тонких полос из стали и сплавов (рисунки 1 и 2) состоит из электродвигателя 1, цепной передачи 2, колес 3, шестерен 4, муфты 5, последовательно расположенных четырех валковых клеток с уменьшаемым рабочими 6 и увеличивающимся опорными 6 валками в направлении прокатки, станин 7, опорной плиты 8, нажимных механизмов 9 последних двух клеток, групп разматывателей (не показано), тянущих и правильных роликов (не показано), сварочной машины (не показано), накопителя полосы с двумя и более петлевыми тележками (не показано), натяжных роликов (не показано), входной части для пору-лонной прокатки (не показано), устройства для измерения толщины (не показано), ротационных ножниц (не показано), группы моталок (не показано).

Прокатку тонких полос из стали и сплавов на непрерывном стане осуществляют следующим образом. Смотанные или непрерывнолитые тонколистовые слябы (толщина тонкого сляба должна соответствовать максимальному углу захвата для валков установленных в первых клетях) поступает в разматыватели или входную часть для прокатки. Начала тонких слябов через тянущие и правильные ролики, сварочной машины, накопителя полосы с петлевыми тележками, натяжных роликов, а так же или только через устройства для измерения толщины поступает на прокатку в первую клетку предлагаемого стана. При прокатке тонкой полосы через последовательно расположенные в направлении прокатки клетях, у которых расстояние между рабочими валками от одной клетки к другой увеличиваются на величину опережение в данной клетке, происходит уменьшение высоты и достижение требуемой толщины полосы.

Необходимо отметить, что выполнение диаметров рабочих валков уменьшающим, а опорных валков увеличивающим в направлении прокатки позволяет значительно уменьшит давление металла на валки в клетях расположенных в конце прокатного стана. При этом использование рабочих и опорных валков, диаметры которых определяются по формуле (1) позволяет уменьшить до заданной величины межклетевое натяжение. Это достигается за счет строго выполнения постоянства секундных объемов при прокатке в различных клетях и уменьшение диаметра рабочих валков. Отсутствие в первых трех клетях нажимного механизма повышает жесткость стана. Снижение усилия, действующих на валки, а так же повышение жесткости стана позволяет уменьшить размеры клеток и мощность привода с одной стороны, и повысит точность прокатываемой полосы с другой стороны. Уменьшение межклетевого натяжения до заданной величины позволяет избежать разрыв полос в процессе прокатки и уменьшить энергосиловые параметры прокатки.

Увеличение заданного расстояния между рабочими валками, от одной клетки к другой на величину опережение, также уменьшает межклетевое натяжение.

Смещение горизонтальных осей верхних и нижних валков первых трех клеток от оси прокатки в вертикальном направлении на величину определяемой по формуле (2), позволяет без нажимного механизма с максимальным или минимальным углом захвата в первых трех клетях прокатывать определенный сортament тонких листов, и тем самым появляется возможность назначать нужный режим обжатия при прокатке в данном стане.

Осуществление вращения валков от одного двигателя переменного тока через общую цепную передачу, индивидуальную муфту и зубчатую передачу, в котором накрест лежащие колеса и шестерни имеют одинаковые диаметры, позволяет при прокатке в различных клетях строго выполнять постоянства секундных объемов, и тем самым без разрыва полос произвести прокатку в данном стане. Этому также способствует равенство диаметров делительной окружности колес и диаметрам рабочих валков каждой клетки.

Таким образом, использование предлагаемого непрерывного стана для прокатки полос позволяет повысить качество получаемых полос.

Литература:

1. Технология прокатного производства / С.А. Машеков, И.И. Кузьминов, Г.А. Смаилова и др.// Монография. Алматы: Изд-во Tetaprint, 2007. 334 с.
2. Тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты для производства стальных полос. Учебное пособие / В.М. Салганик, И.Г. Гун, А.С. Каравдаев, А.А. Радионов. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2003. - 506 с.: ил.
3. Решение о выдаче инновационного патента на изобретение по заявке 2010/1046.1 от 17.01.2011 г / Машеков С.А., Нуртазаев А.Е., Нугман Е.З. и др. Непрерывный стан для прокатки тонких полос из стали и сплавов.

Рецензент: д.т.н., профессор Поветкин В.В.