

М 334 662

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Московское ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н.Э.Баумана

СЕДОВ Лев Алексеевич

На правах рукописи

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО
ПРОЦЕССА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПРОКАТКИ И
КОНСТРУКЦИИ СТАНА С ДВУХСТОРОННИМ
ОБЖАТИЕМ

(Специальность 05.03.05 "Процессы и машины
обработки давлением")

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва, 1978 г.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Московское ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н.Э.Баумана

СЕДОВ Лев Алексеевич

На правах рукописи

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО
ПРОЦЕССА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПРОКАТКИ И
КОНСТРУКЦИИ СТАНА С ДВУХСТОРОННИМ
ОБЖАТИЕМ

(Специальность 05.03.05 "Процессы и машины
обработки давлением")

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1337662

Седов Л.А. Разработка и ис

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва, 1978 г.

Работа выполнена в Московском ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище имени Н.Э.Баумана.

Научный руководитель - академик Целиков А.И.

Научный консультант - доц., к.т.н. Никитин Г.С.

Официальные оппоненты:

Профессор, доктор технических наук - Тетерин П.К.

Кандидат технических наук - Добкин И.И.

Ведущее предприятие - металлургический завод "Серп и Молот".

Защита диссертации состоится " " _____ 197 г.
на заседании специализированного совета _____

Московского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени высшего технического училища имени Н.Э.Баумана по адресу:
Москва, 107005, 2-я Бауманская ул., 5.

Ваши отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, просьба высылать по указанному адресу.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МВТУ им. Н.Э.Баумана.

Автореферат разослан " " _____ 197 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО
СОВЕТА

кандидат технических наук, доцент

МВТУ
им. Н. Э. Баумана
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА

БЕЛИКОВ О.А.

Л-76755 от 11.III.79. Объем I п.л. Тип. МВТУ Зак.449 Тир.100 экз.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Одним из направлений повышения эффективности металлургического оборудования является совмещение процессов литья и прокатки в единую технологическую линию. Объединение процессов непрерывного литья заготовок с последующей прокаткой в одном агрегате позволяет лучше использовать преимущества непрерывной разливки и улучшить качество получаемого продукта, а также исключить некоторые промежуточные операции и связанные с ними потери металла. Преимущество совмещенной прокатки состоит также в том, что сокращается парк кристаллизаторов за счет унификации размеров литой заготовки, так как из литой заготовки одного сечения становится возможным получение полупродукта нескольких размеров.

Обычно для совмещения с машиной непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) используются непрерывные станы. В 1978 г. в СССР создан в эксплуатацию совмещенный агрегат разливки и прокатки конструкции ВНИИМЕТМАШ для получения катанки из труднодеформируемых сталей и сплавов, в линии которого установлен планетарный стан.

В последние годы рост производительности МНЛЗ осуществляется, в основном, за счет увеличения сечения отливаемого слитка до 300х300 мм, при этом скорость разливки составляет 1-2 м/мин.

Крупное сечение заготовки и ее малая скорость входа в валки непрерывного стана, установленного за МНЛЗ, увеличивает металлоемкость прокатного стана и производственную площадь, резко снижает технико-экономические показатели на 1 т готового проката, делая процесс совмещения малоэффективным. Создание планетарных станков на современном этапе их развития для такого совмещенного агрегата вызывает трудности из-за сложности и громоздкости конструкции, малой надежности в работе.

В связи с этим по предложению академика А.И.Целякова в МВТУ имени Н.Э.Баумана был создан роликовый обжимной стан горячей прокатки, отличающийся компактностью и производительностью, соответствующей производительности МНЛЗ.

Преимущества способа получения проката в совмещенном агрегате перед традиционной схемой делают проблему совершенствования совмещенного технологического процесса и конструкции обжимного прокатного стана актуальной.

Цель работы. На основе теоретического анализа и экспериментального исследования выявить технологические возможности , роликового обжимного стана с двухрядным роликовым сепаратором, силовые и кинематические условия прокатки, определять параметры конструкции.

Научная новизна. В диссертационной работе впервые теоретически определены энергосиловые параметры процесса роликовой прокатки в предложенной обжимной клети оригинальной конструкции с учетом основных особенностей процесса: неравномерности деформации, высокой ее дробности и наличие подпора (натяжения).

Практическая ценность. Предложена конструкция роликового обжимного стана с двухрядным роликовым сепаратором для обжатия заготовки в двух направлениях. На основании анализа энергосиловых параметров разработаны методика их расчета и калибровка рабочего инструмента, позволявшая впервые на таком оборудовании получить прокат круглого и квадратного сечения со скругленными углами профиля.

Реализация работы. По результатам диссертационной работы определены параметры конструкции роликового обжимного стана горячей прокатки и методика расчета энергосиловых параметров, которые использованы ВНИИМЕТМашем при проектировании опытно-промышленного стана подобного типа.

Публикация. Основное содержание работы опубликовано в статьях, защищено авторскими свидетельствами и доложено на IV Всесоюзной межвузовской научно-технической конференции в г.Москве в 1975 г., на научно-технической конференции молодых специалистов предприятий и организаций Главного управления металлургического машиностроения, состоявшейся в г.Алма-Ате в 1976 г. и на научном семинаре кафедры "Машины-автоматы и прокатное производство" МВТУ имени Н.Э.Баумана.

Объем работы. Диссертация содержит 5 глав, 102 страницы текста, 76 рисунков, 8 таблиц и список литературы из 81 наименования.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СТАНОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ВЫСОКИХ ОБЖАТИЙ И ПРОБЛЕМА СОВМЕЩЕНИЯ МНЛЗ С ПРОКАТНЫМИ СТАНАМИ

Проблема совмещения состоит в соответствии производительности прокатного стана с производительностью МНЛЗ, на которой отливаются заготовки крупного сечения с относительно малой скоростью. Скорость входа заготовки 1-2 м/мин в валки непрерывного стана вынуждает делать их большого диаметра, что вызывает утяжеление рабочей клетки, тем самым увеличиваются капитальные вложения и уменьшается эффективность совмещенного процесса.

В работе рассмотрены основные конструкции планетарных, маятниковых, ковочных, поперечно-винтового станков, которые применяются в качестве обжимных. Главными недостатками этих станков является сложность и громоздкость конструкции, работа подшипников рабочего инструмента при значительных ударных нагрузках, и как следствие, пониженная надежность в работе, из-за которых применение таких станков для прокатки заготовок крупных сечений на выходе из МНЛЗ становится проблематичным.

В связи с этим был спроектирован опытный стан с возвратно-поступательным движением рабочего органа для обжатия заготовки в двух взаимно-перпендикулярных направлениях без кантовки. Роликовый обжимной стан, обеспечивающий вытяжку до 8 в одной клетке, отличается простотой конструкции, невысокой металлоемкостью и занимает небольшую производственную площадь. В конструкции роликовой клетки отсутствуют подшипники рабочих роликов, воспринимающие усилие прокатки.

ОПЫТНЫЙ РОЛИКОВЫЙ ОБЖИМНОЙ СТАН

Спроектированный автором опытный роликовый обжимной стан предназначен для лабораторной прокатки горячей стальной заготовки 57,5х57,5 мм до сечения 25х25 мм при непрерывной подаче равной $2 \pm 0,6$ мм на рабочий ход клетки.

Рабочая клетка стана состоит из толстостенной втулки и смонтированных в ней опорных планок, задающих закон обжатия заготовки. Внутри этой втулки установлен сепаратор с двумя парами роликов. Расстояние между парами роликов - немного больше диаметра ролика. Клетка совершает возвратно-поступательное движение по направляющим станины от кривошипно-матунного механизма. Рабочие

ролики, обкатываясь по опорным планкам, обжимают заготовку в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Согласование скоростей движения клетки и сепаратора обеспечивается регулируемы-ми плечами синхронизирующего рычага, с которым клеть и сепаратор соединены тягами. В конце рабочего хода клетки на опорных планках предусмотрен участок разведения роликов от обжимаемого металла. При прохождении роликами этого участка клинья, расположенные под опорными планками, выдвигаются специальным механизмом и обеспечивается свободное прохождение роликов над пирамидой деформации при обратном ходе клетки. Срабатывание этого механизма происходит от передвигного упора, установленного на станине. В конце обратного хода клетки клинья с помощью этого же механизма возвращаются в первоначальное положение от другого упора. Непрерывная подача заготовки в рабочую клеть осуществлялась обычным механизмом подачи стана ХПТР, в котором вместо мальтийского креста установлена зубчатая передача. Для нагрева стальной заготовки перед клетью был установлен индуктор.

Калибровку опорных планок выполняли соответственно заданному характеру изменения обжатия по длине пирамиды деформации и необходимых участков для передвижения клиньев в крайних положениях клетки.

Если исходить из максимального коэффициента полезного действия механизма качения ролика по наклонной плоскости, то максимальный угол наклона обжимного участка будет равен:

$$\alpha = \frac{\pi}{6} + \frac{\varphi}{12}, \quad (I)$$

где α - угол наклона обжимного участка;

φ - угол дуги контакта ролика с металлом.

Длину калибрующего участка опорной планки находили с учетом величины суммарной вытяжки двумя рядами роликов.

Для проведения экспериментов было выполнено два типа опорных планок, предусматривающих:

- 1) поочередное обжатие заготовки рядами роликов;
- 2) одновременное обжатие заготовки двумя рядами роликов.

При прокатке на гладкой бочке затруднено центрирование роликов по оси заготовки, а несимметричное приложение усилия приводит к скручиванию полосы. С целью избежания проскальзывания роликов по опорным планкам и самоцентрирования их по заготовке был предложен новый способ прокатки квадратной заготовки, защи-

щенный авторским свидетельством. По этому способу рабочие ролики выполнялись с двухконусной калибровкой с различными углами конусов в двух рядах и цилиндрическим участком между ними, длина образующей которого равнялась ширине получаемого профиля. Катающий радиус калибра рассчитывался из соотношения постоянства секундных объемов с учетом вытяжки металла в первой паре роликов.

$$R_{кх} = R_{ц} + \frac{(B_x - \delta)^2}{\delta(B_x + \delta)} \operatorname{tg} \beta, \quad (2)$$

где B_x — текущее значение ширины пирамиды деформации;

$R_{ц}$ — радиус цапфы ролика;

β — угол наклона стенки калибра;

δ — ширина цилиндрического участка калибра.

На основе способа прокатки в трапецидальных калибрах была разработана система калибров рабочих роликов для получения простых профилей, таких как квадрат со скругленными углами и круг.

Основным параметром, определяющим габариты рабочей клетки, является диаметр рабочего ролика. Выбор завышенного значения диаметра ролика приводит к неоправданному увеличению веса клетки. В работе диаметр ролика выбран из условия отсутствия его скольжения по опорной планке. Из рассмотрения системы сил, действующих на ролик, его диаметр рекомендуется выбирать из соотношения:

$$D_{min} = \frac{\psi \ell \cos(\alpha + \nu)}{\delta - f_0 \cos(\alpha - \nu) \cos^2 \alpha}, \quad (3)$$

где ψ — коэффициент плеча равнодействующей;

ℓ — длина дуги контакта ролика с металлом;

δ — коэффициент трения при скольжении;

f_0 — коэффициент трения качения;

ν — угол между направлением усилия прокатки и вертикалью.

Задаваясь средним уклоном обжимного участка опорной планки

$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H - h_1}{2 L_{обж}}$, пренебрегая незначительной величиной коэффициента трения качения $f_0 = 0,001$ см и косинусов углов, получаем

$$D_{min} = \left(\frac{\psi}{\delta}\right)^2 \frac{H}{4} \frac{\frac{H^2}{h_1^2} - 1}{\frac{L_{обж}}{S} + \frac{H}{h_1}}. \quad (4)$$

Из вышеуказанного выражения легко подсчитать какого размера профиль можно получать в роликовой обжимной клетке при заданной технической характеристике стана.

$$h_1 = \frac{H}{\frac{2 D_{min}}{H} \frac{\delta}{\psi} + \sqrt{\left(\frac{2 D_{min}}{H} \frac{\delta}{\psi}\right)^2 + \frac{4 D_{min} \delta L_{обж}}{H \psi S} + 1}}, \quad (5)$$

где S - величина подачи заготовки.

С другой стороны, при проектировании нового стана по предложенной формуле (5), варьируя параметрами S , H , h_1 и $L_{обж}$ можно найти диаметр рабочего ролика, или задаваясь его диаметром подсчитать величину подачи, определяющую скорость разливки МНЛЗ.

Настройка синхронизирующего рычага также оказывает большое влияние на появления проскальзывания ролика по опорной планке. Проведенный кинематический анализ показал, что мгновенный центр скоростей находится в точке отрыва ролика от металла. При прокатке калиброванными роликами вектор скорости точки касания цапфы ролика с опорной планкой не совпадает с вектором скорости клетки. В этом случае соотношение плеч синхронизирующего рычага необходимо подсчитывать по выражению:

$$\frac{OA}{OB} = \frac{v_{сеп}}{v_{кл}} = \frac{1}{\left(1 + \frac{R_c}{R_k}\right) \cos \alpha}, \quad (6)$$

где OB - длина синхронизирующего рычага;

OA - расстояние от опоры рычага до шарнира тяги сепаратора.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ НА РОЛИКОВЫХ ОБЖИМНЫХ СТАНАХ

Вопросы теории листовой планетарной прокатки рассмотрены в работах А.И.Целикова, П.К.Тетерина, А.А.Королева, В.П.Полухина, Р.И.Ритмана и др. Особенности планетарной прокатки с деформацией заготовки в двух взаимноперпендикулярных направлениях представлены в работах В.В.Носаля, Г.С.Никитина, В.Д.Мерзлякова и других.

Процесс роликовой прокатки при значительно больших подачах также характерен относительно небольшим мгновенным обжатием заготовки, вызывающим ее поверхностную деформацию, и переменными параметрами очага деформации по длине зоны обжатия; ее высоты и

ширины, длины мгновенного очага деформации, которые создают значительные трудности при определении усилия прокатки. Ранее предложенные методики не учитывают такие особенности роликовой прокатки, как неравномерность уширения и его распределение по высоте вдоль пирамиды деформации, действие подпора (натяжения).

На практике при определении усилия прокатки используют выражение:

$$P = p_{cp} F_k, \quad (7)$$

где p_{cp} - среднее контактное нормальное напряжение;

F_k - проекция площади контакта металла с роликом на плоскость перпендикулярную к направлению силы P .

В случае роликовой прокатки величину проекции контактной поверхности трудно определить, так как она зависит от многих переменных геометрических параметров.

Такой же сложной является задача по определению среднего контактного нормального напряжения:

$$p_{cp} = \eta_r \eta_b \eta'_b \eta''_b \eta'''_b \zeta_p, \quad (8)$$

где η_r - коэффициент Лоде. При двухмерной деформации $\eta_r = 1,15$;

η_b - коэффициент, учитывающий влияние ширины проката;

$\eta'_b; \eta''_b; \eta'''_b$ - коэффициенты, учитывающие соответственно влияние внешнего трения, внешних зон и подпора или натяжения.

Коэффициент напряженного состояния и величина контактной площади зависит от точности расчета длины дуги контакта ролика с металлом, определяемой по формуле

$$l = \sqrt{R \Delta h}, \quad (9)$$

где Δh - мгновенное абсолютное обжатие.

В данной работе на основании положений А.И.Целикова для планетарной прокатки предложена методика определения мгновенного абсолютного обжатия с учетом искажения исходного контура пирамиды деформации

$$\Delta h = \frac{s \alpha}{1 + \frac{s \sqrt{\lambda_{\Sigma x}}}{L_{обж}}} \left(\lambda_{\Sigma x} + \frac{x}{L_{обж}} \sqrt{\lambda_{\Sigma x}} \right) \quad (10)$$

Максимальное обжатие на калибрующем участке равно

$$\frac{\Delta h_k}{2} = R \sin^2 \alpha + a \cos^2 \alpha - 0,5 \sin 2\alpha \sqrt{R^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + 2Ra - a^2},$$

$$\text{где } a = (2s\lambda_1 - R \sin \alpha) \operatorname{tg} \alpha$$

Величину σ_{φ} для сталей с учетом влияния температуры, наклепа и скорости деформации можно определить, пользуясь экспериментальными данными П.М.Кука.

Предел текучести медной заготовки определялся по кривым С.И.Губкина с учетом расчетной температуры разогрева металла и скорости деформации. Величина наклепа на сопротивление деформации определялась с учетом обжатия по методу, предложенному А.В.Третьяковым.

При решении задачи по определению нормальных контактных напряжений необходимо учитывать подпор. Обычно станы, обеспечивающие высокие суммарные обжатия, имеют задающую клеть или механизм подачи заготовок. В процессе прокатки деформируемый металл имеет возможность удлиняться только в одном направлении — по ходу прокатки. Ограничение течения металла в другую сторону от очага деформации вызывает подпор, который увеличивает контактное нормальное напряжение со стороны подачи заготовки. Определение контактных напряжений при периодической продольной прокатке обычным путем не представляется возможным. Поэтому, заменив дугу контакта хордой, решаем задачу сжатия заготовки плоскими узкими бойками. Так как мгновенное уширение при малом обжатии высоких полос незначительно, то можно принять деформированное состояние за плоское. При прокатке с малыми обжатиями зона прилипания распространяется на всю дугу контакта и силы трения почти не оказывают влияние на нормальное напряжение, поэтому при решении системы уравнений равновесия и пластичности можно принять

$$\begin{cases} r \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \sigma_r - \sigma_{\theta} = 0 \\ \frac{\partial \sigma_{\theta}}{\partial \theta} = 0 \\ \sigma_r - \sigma_{\theta} = 2k \end{cases} \quad (12)$$

Решение системы уравнений (12) в частных производных дает закон распределения контактного нормального напряжения по дуге контакта ролика с металлом:

$$\sigma_{\theta} = 2k (\ln \tau + 1) + C \quad (13)$$

Постоянную C определяем из условия, что в точке A передней границы дуги контакта при $\tau = \tau_0$ $\sigma_{\theta A} = \beta 2k$, где β — новая постоянная величина. Следовательно, нормальное контактное напряжение равно:

$$\sigma_{\theta} = 2k \left(\beta + \ln \frac{\tau}{\tau_0} \right). \quad (14)$$

Величина β может быть найдена методом линий скольжений. Действующие на контактной поверхности малые силы трения разворачивают линию скольжения под некоторым углом к контактной поверхности. Угол разворота линии скольжения из круга напряжений для точки A равен:

$$\gamma = \frac{\arccos 2\mu}{2}, \quad (15)$$

где μ — коэффициент пластического трения.

Дополнительный угол γ' , на который повернется линия скольжения вокруг точки A по отношению к линии скольжения в задаче без трения на контактной поверхности, может быть определен из геометрических соотношений:

$$\gamma' = \frac{\arcsin 2\mu}{2}. \quad (16)$$

Тогда, исходя из характеристических соотношений Генки для напряжений вблизи точки A будем иметь

$$\sigma_A = \sigma_a + 2k \alpha_{aA} = 2k \left(0,5 + \frac{\pi}{2} + \gamma' - \alpha_1 + \frac{\theta}{2} \right). \quad (17)$$

Учитывая, что угол наклона хорды равен $\frac{\theta}{2} = \alpha - \frac{\gamma}{2}$, поэтому

$$\beta = 2,07 + \gamma' - \frac{\gamma}{2} + (\alpha - \alpha_1). \quad (18)$$

Подставляя найденное выражение (18) для β в уравнение распределения нормальных напряжений (14) и делая некоторые преобразования, получим:

$$\sigma_{\theta A} = 2k \left[2,07 + \gamma' + (\alpha - \alpha_1) - \frac{l}{D} \right] \quad (19)$$

$$\sigma_{\theta\theta} = 2k \left[2,07 + \rho' + (\alpha - \alpha_1) - \frac{\ell}{D} + \frac{\ell}{h} (2\alpha - \varphi) \right] \quad (20)$$

Сравнивая нормальные контактные напряжения в точках А и В, находим величину напряжения подпора

$$\sigma_n = 2k \frac{\ell}{h} (2\alpha - \varphi) \quad (21)$$

Величину среднего контактного напряжения определим, принимая эпюру нормального напряжения за трапецию

$$\rho_{cp} = 2k \left[2,07 + \rho' + (\alpha - \alpha_1) - \frac{\ell}{D} + 0,5 \frac{\ell}{h} (2\alpha - \varphi) \right] \quad (22)$$

или

$$\rho_{cp} = \frac{\sigma_{\theta\theta A} + \sigma_{\theta\theta B}}{2} = \rho_{cp}' \pm \frac{1}{2} \sigma_n \quad (23)$$

где ρ_{cp}' — среднее контактное напряжение без учета подпора (натяжения).

На величину усилия прокатки, как отмечалось выше, влияет проекция контактной площади ролика с металлом. В работе величина контактной площади подсчитывалась с учетом уширения.

$$F_k = \ell (\delta_x + \Delta \delta_{max} - h_y) + \ell_{\Delta\delta} h_y \quad (24)$$

$$\text{где } \Delta \delta_{max} = C_M (n_{gg} - 1) \frac{h_x^2 s}{2 h_y D} \quad (25)$$

C_M — коэффициент, зависящий от прокатываемого металла.

Дробность деформации учитывается коэффициентом n_{gg} , а неравномерность уширения по высоте h_y . Высота распространения уширения на боковой грани пирамиды деформации найдена из условия, что на любой окружности, проведенной через точку приложения сосредоточенной силы, радиальные напряжения сохраняют постоянное значение, определяемое уравнением

$$\sigma_r = - \frac{2P}{\pi d} \quad (26)$$

где $P = \rho_{cp} \ell$.

На свободной боковой поверхности два напряжения равны нулю, а третье нормальное напряжение из условия пластической деформации равно $2k$. Подставив радиальное напряжение $2k$ в формулу (26), найдем диаметр (d) окружности напряжения $2k$, который

численно равен высоте распространения уширения:

$$h_y = 0,64 \left[2,07 + \mu' - \frac{l}{D} + (\alpha - \alpha_1) + 0,5 \frac{l}{h} (2\alpha - \varphi) \right] \quad (27)$$

Задаваясь коэффициентами трения для горячей прокатки стали и холодной прокатки меди и подставив среднее значение других слагаемых в правую часть уравнения (27), можно найти отношение l/h , при котором уширение достигнет центральной зоны. Для стали $l/h = 0,32$, для меди $l/h = 0,35$.

При равномерной деформации боковые грани раската получаются ровными. Если представить распространение уширения по высоте в виде треугольников, вершины которых достигнут верхнего и нижнего оснований раската, то его вертикальная боковая поверхность будет получаться, если в уравнение (27) подставим .
Получаем для стали $l/h = 0,68$, для меди $l/h = 0,74$.

Выведенная зависимость подтверждается экспериментальными данными В.Дая, Е.Вильмутца и В.Шиффера.

На основе вышеизложенной методики произведен расчет усилия прокатки при различных подачах.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГО-СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ РОЛИКОВОГО ОБЖИМНОГО СТАНА

При исследовании роликового обжимного стана замерялось усилие прокатки, усилия в шатунх привода клетки и осевое усилие в заготовке. Исследование энергосиловых параметров проводилось при холодной прокатке заготовок из меди марки М размером 57,5 x 57,5 мм и горячей прокатке предварительно деформированных заготовок из стали 3 сечения 50 x 50 мм в профиль квадратного сечения со стороной 25 мм. Рабочая клеть совершала 48 двойных ходов в минуту. Подача медной заготовки равнялась 2; 3,3 и 5 мм/дв.х, а стальной заготовки 2; 3,3; 5; 6,6; 8,6 мм/дв.х. Температура стальной заготовки поддерживалась 973°K и 1173°K. Замер температуры металла производился оптическим пирометром ОПИР-17 на входе заготовки в рабочую клеть во время прокатки и пирамиды деформации сразу после окончания процесса прокатки.

Замер усилия прокатки осуществлялся с помощью клина-мессо-зы, расположенной под каждой опорной планкой.

В работе приводятся типовые осциллограммы, снятые при прокатке заготовок из меди М и стали 3. Анализ экспериментальных

данных позволил установить характер изменения усилия прокатки по пирамиде деформации, усилия в шатунах, осевого усилия в заготовке во всем диапазоне подач.

В работе показано изменение местоположения центра рабочего ролика при встрече с заготовкой от величины подачи.

$$y = -s \cos \alpha + \sqrt{2Rs \sin \alpha - s^2 \sin^2 \alpha}. \quad (28)$$

Определено, что местоположение центра ролика не будет меняться при подачах больших, чем

$$s_{кр} = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}. \quad (29)$$

Сравнение теоретических и экспериментальных данных по определению энергосиловых параметров показало хорошую сходимость результатов (отклонение не более 10-15%).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ РОЛИКОВОГО ОБЖИМНОГО СТАНА ДЛЯ ПРОКАТКИ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

Разнообразие марок сталей и сплавов применяемых машиностроителями, требует производство проката мелкими партиями. Производительность прокатного стана в этом случае резко снижается из-за вынужденных его простоев. Так же при реконструкции заводов небольших мощностей, ограниченных в производственных площадях, требуется компактное прокатное оборудование, отличающееся гибкостью перехода с одного сортамента на другой.

В работе сравниваются два способа получения заготовок на совмещенном агрегате при производительности 160 тыс. т. в год:

1. Разливка заготовки на МНЛ и прокатка на 6-ти клетевом непрерывном стане 800/700.
2. Разливка заготовки на МНЛ и прокатка ее на роликовом обжимном стане.

Предлагаемый процесс получения заготовок дает экономический эффект от внедрения одной линии 403 тыс.руб. в год.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Предложенный роликовый обжимной стан является одной из перспективных конструкций, заменяющей группу из 5-8 клетей непрерывного стана.

2. Разработан новый технологический процесс прокатки заго-

товок квадратного сечения с обжатием в двух взаимно-перпендикулярных направлениях на роликовом обжимном стане.

3. Работоспособность конструкции роликового обжимного стана с одним общим сапаратором для двух пар роликов и механизмом освобождения от обжатия заготовки при обратном ходе клетки подтверждена при опробовании и исследовании опытного стана.

4. Окончание обжатия заготовки двумя парами роликов на калибрующем участке в одной плоскости поперечного сечения пирамиды деформации позволяет значительно улучшить геометрию получаемого профиля, поскольку в этом случае не происходит его искажения из-за местного уширения.

5. При проектировании станов подобного типа следует учитывать уширение, которое определяет величину разведения роликов перед обратным ходом клетки.

6. Роликовый обжимной стан может быть использован для прокатки крупных сечений $200 \times 200 + 250 \times 250$ мм с суммарной вытяжкой $\lambda = 4 + 8$ при скорости подачи заготовки до 1,5–2 м/мин. Небольшие осевые усилия в заготовке, достигающие 10–15% от усилия прокатки позволяют осуществить прокатку без надокатов, как с помощью правильно-тянущего устройства МНЛ, так и с помощью механических подающих устройств при поштучной прокатке заготовок.

7. На роликовом обжимном стане можно получать профили, такие как круг, скругленный квадрат и т.п., предупреждающие растрескивание острых углов прутка и улучшающие условия обжатия в валах сортового или проволочного стана.

8. Предложенная методика расчета диаметра рабочего ролика при заданных технологических режимах прокатки дает возможность определить минимальный его диаметр из условия отсутствия проскальзывания по опорной планке.

9. Методика расчета силовых параметров роликового обжимного стана, созданная на основе теоретических и экспериментальных исследований, учитывает следующие особенности течения металла в мгновенном очаге деформации:

а) неравномерность деформации по высоте обжимного сечения; б) искажение исходного контура; в) накопленное уширение; г) действие подпора.

10. Экономическая эффективность линии МНЛ производительностью 160.000 т/год с роликовым обжимным станом составит

403,2 тыс.руб. в год.

Основные положения диссертации отражены в следующих работах:

1. Никитин Г.С., Седов Л.А. "Роликовый стан для прокатки заготовки". Тезисы докладов на IУ Всесоюзной межвузовской научно-технической конференции, Москва, 1974 г.
2. Седов Л.А., Мазов В.П., Никитин Г.С. Сортовой роликовый стан для прокатки с высокими обжатиями". Изв. ВУЗов. Машиностроение", № 1, 1978 г.
3. Седов Л.А. Способ прокатки сорта на роликовом стане". Авт. свид. № 450602. Бюлл.изобр. № 43, 1974 г.
4. Целиков А.И., Седов Л.А., Мазов В.П., Долгополов И.Ю. Рабочая клеть стана холодной прокатки труб роликами. Авт. свид. № 531567. Бюлл.изобр. № 38, 1976 г.