

Аннотация

Харитонов В.Ф. Анализ, совершенствование и перспективы развития производства мелкосортно-проволочных профилей на современных металлургических предприятиях

Челябинск: ЮУрГУ, П-438, 66 с.,
7 табл., 12 рис., библиогр. список –
11 наим.

Данная дипломная работа выполнена с целью развития мелкосортно-проволочного производства.

В дипломной работе были представлены варианты модернизации мелкосортно проволочного стана 250 ПАО «ЧМК». Также разработана схема управления валковым хозяйством на стане.

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. Литературный обзор.....	5
1.Современные и перспективные мелкосортно-проволочные станы.....	5
Глава 2. Анализ технологического процесса и основного оборудования на рельсобалочном стане ПАО «ЧМК».....	23
2.1.Анализ технологического процесса и основного оборудования на стане 250-2 Челябинского металлургического комбината.....	23
2.2.Техническое описание.....	24
2.2.1.Подготовка металла к прокатке.....	24
2.2.2.Оборудование стана и технологический процесс прокатки.....	26
2.2.3.Оборудование участков и технология охлаждения и уборки проката.....	30
Глава 3 Разработка мероприятий по совершенствованию технологии прокатки на стане 250-2	43
3.1.Выбор рационального пути реконструкции мелкосортных станов при переходе на непрерывнолитую заготовку большого сечения.....	43
Глава 4 Валки и валковое хозяйство.....	53
4.1.Валки и валковое хозяйство прокатных станов. Анализ литературных материалов по развитию и внедрению автоматических систем управления, программ расчета и баз данных в прокатном производстве.....	53
Глава 5 Разработка схемы прокатки, разработка режимов деформации и ЭСП прокатки круглого профиля.....	57
Глава 6 Техничко-экономические показатели работы прокатного стана	66

Заключение	69
Библиографический список.....	70

Введение

Целью дипломной работы является анализ, совершенствование и перспективы развития производства мелкосортно-проволочных профилей на современных металлургических предприятиях, выбор технологии для реализации данной работы, а также разработка системы управления валковым хозяйством. Выбор технологии является неотъемлемой частью в проектировании цехов, а также для решения каких-либо производственных задач.

В дипломной работе представлены несколько вариантов модернизации мелкосортно-проволочного стана 250 ПАО «ЧМК», основным из которых является использование четырех вертикальных неприводных клеток в черновой и промежуточной группах в совокупности со slitting-процессом в промежуточной группе.

Проблема развития мелкосортного производства в России является важным аспектом из-за постоянно растущих требований к качеству выпускаемой продукции.

Развитие и повышение качества продукции на ПАО «ЧМК» приведет к значительным укреплениям позиций на отечественном и мировом рынках.

Глава 1 Литературный обзор

1.Современные и перспективные мелкосортно-проволочные станы

Прежде чем перейти к рассмотрению современных мелкосортно-проволочных станов целесообразно проследить и проанализировать этапы развития прокатных станов и литейно-прокатных агрегатов.

На первом этапе сортовые станы были одноклетьевыми двухвалковыми. При этом механизировано было только вращение валков, все остальные операции выполняли вручную.

Следующим достаточно длительным этапом стало использование трёх- и четырёхклетевых станов с расположением клеток в одну линию и приводом валков от одного электродвигателя. Передачу раската из клетки в клетку осуществляли вручную. Позже стали использовать обводные аппараты, что облегчило труд вальцовщиков и повысило производительность прокатных станов. Линейные станы продолжают использовать и сейчас для производства профилей из легированных сталей. Обычно они включают несколько линий – обжимную, черновую и чистовую или только обжимную и чистовую. Новые станы такого типа уже не строят.

Следующим этапом стало создание полунепрерывных мелкосортных и проволочных станов. Они появились как результат реконструкции линейных станов. На рисунке 1 показана схема расположения оборудования полунепрерывного мелкосортно-проволочного стана 280. Из рисунка видно, что черновые клетки расположены непрерывно, а остальные - в три линии. Все клетки имеют привод от одного электро- двигателя. Скорость прокатки в последней клетки составляет 9,8 м/с. На стане прокатывают катанку диаметром 5,5-12,5 мм и мелкосортные профили.

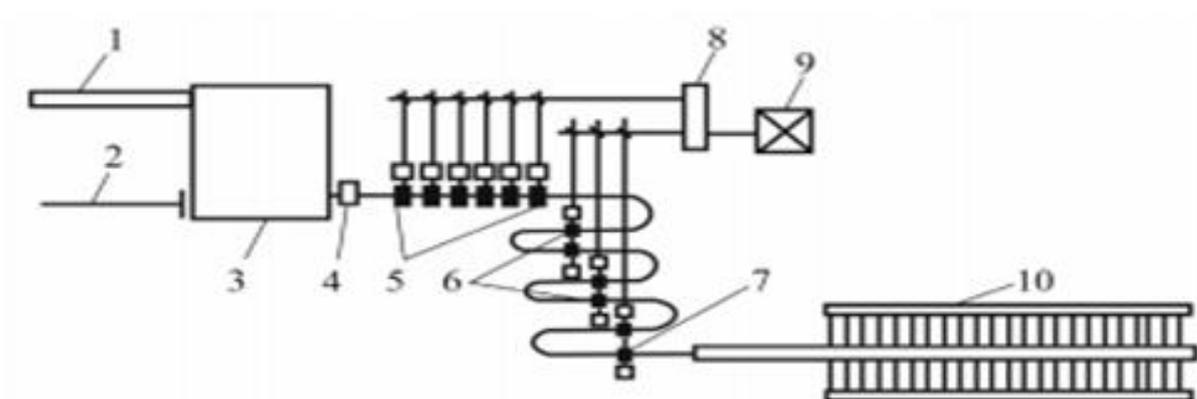


Рисунок 1 Схема расположения основного оборудования полунепрерывного мелкосортно-проволочного стана: 1 - загрузочный рольганг; 2 - выталкиватель заготовок; 3 - нагревательная печь; 4 - вытаскиватель заготовок; 5 - черновая группа клетей; 6 - промежуточная группа клетей; 7 - чистовая группа клетей; 8 - редуктор; 9 - электродвигатель; 10 - холодильник

Такие станы существенно снизили применение ручного труда, улучшили температурные условия прокатки и несколько повысили точность прокатки. Однако производительность полунепрерывных станов повысилась недостаточно. В начале 50-х годов прошлого века возник высокий спрос на катанку и арматурные профили для армирования железобетонных конструкций. Он был обусловлен как реализацией послевоенной программы восстановления разрушенных предприятий, так и началом массового жилищного строительства. Для удовлетворения этого спроса начался ввод в действие непрерывных проволочных и мелкосортных станов с доведением скорости прокатки на проволочных станах до 30 м/с. Такие станы начали работать на Западно-Сибирском, Челябинском, Череповецком металлургических комбинатах. На рисунках 2 и 3 приведены схемы

расположения оборудования двух таких станов.

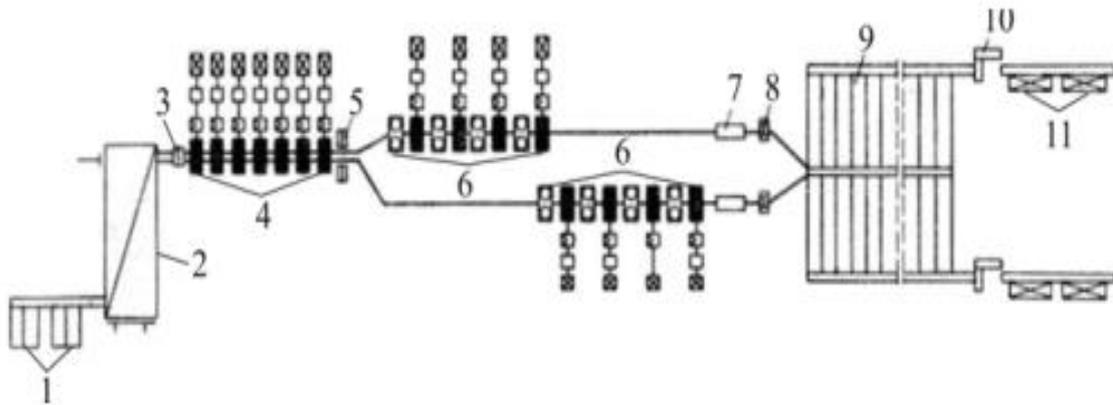


Схема расположения основного оборудования мелкосортного стана 250-1 комбината «Криворожсталь»: 1 - загрузочная решётка; 2 - нагревательная печь; 3, 5 - аварийные ножницы; 4 - черновая группа клетей; 6 - чистовые группы клетей; 7 - водоохлаждающие устройства; 8 - летучие ножницы; 9 - реечный холодильник; 10- ножницы холодной резки; 11 - пакетировочные карманы

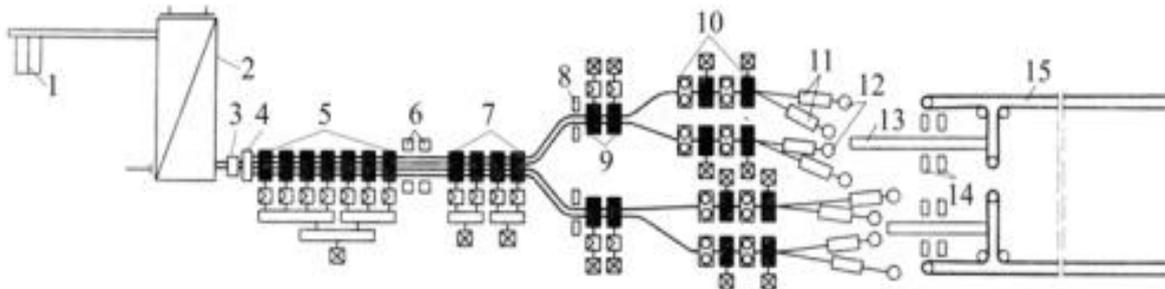


Схема расположения основного оборудования проволочного стана 250-1 комбината «Криворожсталь»: 1 - загрузочные решётки; 2- нагревательная печь; 3- вытаскиватель заготовок; 4 - распределитель заготовок; 5-черновая группа клетей; 6 - летучие ножницы; 7,9- первая и вторая промежуточные группы клетей; 8 - разрывные ножницы; 10-чистовые группы клетей; 11 - охлаждающие устройства; 12- моталки; 13-транспортёр; 14-вязальные машины; 15-крюковый конвейер

Из рисунке 2 видно, что мелкосортный стан 250-1 двухниточный (введён в эксплуатацию в 1956 г.). Он предназначен для прокатки круглых профилей диаметром 8-30 мм, квадратных со стороной 8-27 мм, полос сечением $(12\div 70)\times(4\div 10)$ мм, профилей для армирования железобетонных конструкций № 10-28, угловых профилей поперечного сечения $(25\times 25)\div(40\times 40)$ мм. Применяется исходная заготовка поперечного сечения 80×80 мм.

На рисунке 3 приведена схема основного оборудования проволочного стана 250-1 в черновой группе имелось семь клеток с горизонтально расположенными валками, в первой и второй промежуточных группах клеток валки также с горизонтальным расположением. В чистовых группах расположение валков переменное, а прокатка происходила в одну нитку. После них имеются охлаждающие устройства и моталки для смотки катанки в бунты. Этот стан представлен как типовой того периода времени.

Введение в строй таких мелкосортных и проволочных станов на указанных выше предприятиях решило задачу насыщения рынка требуемыми видами прокатной продукции с соответствующим на тот период времени его качеством. Анализируемые прокатные станы получали заготовку поперечного сечения 80×80 мм, а некоторые и меньшего сечения, с непрерывно-заготовочных станов (НЗС).

Переход на непрерывную разливку стали, обеспечивающий существенное снижение расхода металла на тонну годного проката, энергоносителей, трудовых, капитальных и эксплуатационных затрат обусловил и появление двух серьёзных задач. Первая из них – получение непрерывной разливкой заготовок малых сечений (с точки зрения производительности МНЛЗ),

особенно в условиях появления сталеплавильных агрегатов большой единичной мощности (например, конвертеров ёмкостью до 450 т). Вторая – обеспечение необходимой проработки литой структуры непрерывнолитого металла. Для решения этой проблемы необходимо иметь заготовку поперечного сечения от 150×150 до 280×280 мм и более.

Первое направление – модернизация существующих мелкосортных и проволочных станов, использующих заготовку поперечного сечения 80×80 мм.

Так, фирмой «СКЕТ» для проволочного стана 250 Енакиевского металлургического завода предлагалось для перехода на заготовку поперечного сечения 125×125 мм установить перед существующей черновой группой клетей пятиклетевую группу предварительного обжатия, а существующие нагревательные печи заменить на одну новую. Этот вариант из-за необходимых больших затрат реализован не был.

Для перехода на заготовку поперечного сечения 150×150 мм (вместо 80×80 мм) необходимо дополнительно установить четыре клетки непосредственно перед черновой группой. Поскольку при этом сохранится скорость прокатки в остальной части стана, а следовательно и конечная скорость (если не делать полной замены привода, а возможно и клетей стана), то установка четырёх клетей приведёт к снижению начальной скорости прокатки в первой (прежней клетки) черновой группе с 0,15-0,25 до 0,085 м/с (в новой первой клетки), а в конечном итоге и к существенному перепаду температуры по длине заготовки и последующих раскатов.

В 1984 г. на Белорусском, а в 1985 г. на Молдавском металлургических заводах введены в эксплуатацию мелкосортно-проволочные станы 320/150. По сортаменту они практически одинаковы:

катанка диаметром 5,5-12 мм, круглый сортовой прокат диаметром 10-40 мм и квадратный – со стороной 10-40 мм, прокат для армирования железобетонных конструкций № 10-40, равнополочные швеллеры № 5 и 6,5, уголки. Мелкосортные профили поставляют в прутках, катанку – в бунтах. На станах использовали непрерывнолитую заготовку поперечного сечения 125×125 мм. Станы состояли из 20 двухвалковых клетей, расположенных в одну линию и десятиклетевых блоков чистовых клетей. Максимальная скорость прокатки сортовых профилей составляла 20, катанки – 100 м/с. На обоих станах после длительной эксплуатации была выполнена реконструкция. На Белорусском заводе стан 320/150 был разделён на станы 320 и 150 с установкой нового соответствующего оборудования. Сечение заготовки увеличено до сечения 150×150 мм. На стане 320/150 Молдавского завода перед черновой группой клетей установлены две дополнительные клетки, что позволило увеличить сечение исходной заготовки. На обоих станах усложнён марочно-размерный сортамент [10].

То есть решена задача перехода на заготовку поперечного сечения 150×150 мм, что обеспечило требуемый уков металла и позволило повысить производительность МНЛЗ.

Последним на данное время этапом развития мелкосортных и проволочных станов стал ввод в эксплуатацию одноклеточного стана фирмы «Кунминг Айрон энд Стил (Южная Корея), введённого в эксплуатацию в 1995 г. Сортамент стана: катанка, прутки диаметром 5,5-20,0 мм, а также арматурные профили № 6-16 из низко-, средне- и высокоуглеродистых сталей.

На стане используют заготовку поперечного сечения 150×150 мм, которую нагревают в шестизонной методической печи с шагающим подом. Далее осуществляется прокатка в черновой (5 клетей), двух промежуточных

группах (в каждой по 5) клетей и в чистовой группе клетей (состоит из трёх обычных клетей и десятиклетевого блока). Во всех группах клетей валки с горизонтальным и вертикальным расположением чередуются. В линии стана предусмотрено ускоренное водяное и воздушное замедленное охлаждение.

Представленные новые мелкосортные и проволочные станы, как и другие аналогичные станы, в том числе и за рубежом, представляют собой сложные многоклетевые агрегаты с мощным электрооборудованием, системами автоматики и контроля технологического процесса и качества проката по технологической линии производства и конечной продукции. Они высокопроизводительны и хорошо вписываются в структуру интегрированного металлургического предприятия с мощными доменными и сталеплавильными цехами. Их главным недостатком является отсутствие тесного совмещения процессов выплавки, разливки стали и производства проката. При этом температура разливаемого металла используется крайне слабо (только при горячем и тёплом посадке заготовок в нагревательные печи, причём при непрерывной разливке горячий посад организовать практически невозможно, а тёплый – затруднительно).

Следующее направление это совмещение в одном агрегате непрерывной разливки стали и прокатке её в готовую прокатную продукцию. Он получил название – литейно-прокатный агрегат – ЛПА.

В наибольшей мере разрекламированным в технической литературе является ЛПА, получивший наименование «Lúna». На нём реализован процесс «бесконечного литья и прокатки» (ECR-Endless Casting rolling), разработанный фирмой «Даниэли» [15-17]. ЛПА начал работать в 2000 г. на заводе фирмы «Acciaierie Bertoli Safau» (ABS) в Удине (Италия). Схема

расположения основного оборудования ЛПА «Luna» показана на рис. 5.

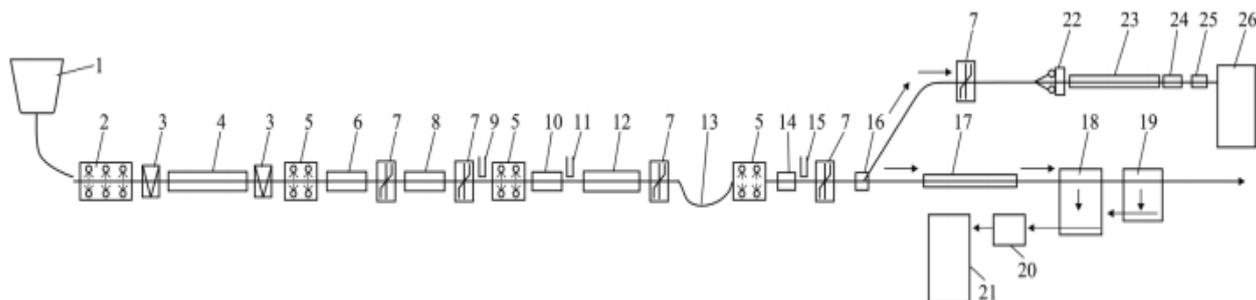


Рисунок 5 – Схема расположения основного оборудования ЛПА «Luna» [15-17]: 1 - МНЛЗ; 2 - закаточные установки; 3 - устройства механического реза непрерывнолитого слитка; 4 - проходная печь; 5 - гидросбивы окалины; 6 - черновая группа клетей; 7-летучие ножницы; 8 - промежуточная группа клетей; 9-дефектоскоп; 10-предчистовая группа клетей; 11 - измеритель размеров раската; 12- душирующая установка; 13- петлерегулятор; 14- обжимной блок трёхвалковых клетей; 15 - датчики контроля размеров проката и качества поверхности раскатов; 16 - переключатель направления движения металла; 17- многоцелевая душирующая установка (участок окончательного охлаждения); 18- холодильник; 19 -печь отжига и отпуска; 20 -установка дробеструйного удаления окалины; 21 - участок отделки прутков; 22-моталки; 23 - конвейер с воздушным охлаждением; 24 - печь отжига; 25 - весы; 26 - участок отделки бунтов

В ЛПА применена двухручьева МНЛЗ (расстояние между ручьями 2 м). МНЛЗ может работать на два или один ручей в зависимости от требуемого объёма производства. Сечение отливаемых заготовок 200×160 мм. Промежуточный ковш ёмкостью 30 т. Кристаллизатор (длина 1200 мм) выполнен с изменением конусности и имеется трёхступенчатая система электромагнитного перемешивания металла: в кристаллизаторе, ручье и конечном. Скорость литья заготовок (м/мин.): для углеродистых марок стали

– 6,0; цементируемых – 5,5; пружинных – 5,0; микролегированных (бором и ванадием) – 4,5; подшипниковых – 4,0; коррозионностойких – 3,5.

Выходной участок каждого ручья МНЛЗ (отводящий рольганг) до тоннельной печи оборудован теплоизолирующими крышками. За МНЛЗ после каждого ручья установлены закалочные камеры, поскольку без промежуточной закалки невозможно выполнять прямую прокатку цементируемой и раскисленной алюминием низко- и среднеуглеродистой стали. Далее следуют ножницы для порезки непрерывнолитого слитка.

Между МНЛЗ и прокатным станом расположена роликовая тоннельная печь, предназначенная для выравнивания температуры как в поперечном сечении, так и по длине непрерывнолитого слитка. Она имеет две секции. Первая – секция нагрева (длина 65 м) с двумя линиями, расположена непосредственно за ножницами. Она принимает непрерывнолитые заготовки и работает с одним или обоими ручьями в зависимости от марки разливаемой стали и применения бесконечного и полубесконечного режима прокатки. При работе МНЛЗ с двумя ручьями печь является своеобразным накопителем заготовок, если это требуется по циклу процесса. Манипулирование заготовками и их перемещение с линии 2 на линию 1 внутри печи осуществляется сталкивателем, ролики которого имеют консольную опору, индивидуальный привод и водяное охлаждение. Вторая – секция томильная. Она расположена непосредственно перед прокатным станом и предназначена для обеспечения бесконечного режима работы (при бесконечной длине непрерывнолитой заготовки с линии 1) или полубесконечного режима (с получением заготовок поочередно с линий 1 и 2). Ролики в этой секции выполнены с двумя опорами, они имеют индивидуальный привод и не охлаждаются водой.

При работе ЛПА в бесконечном режиме длина заготовки может изменяться от 14 м до бесконечности без какой-либо разделительной резки между

МНЛЗ и прокатным станом, что обеспечивает бесконечную прокатку через проходную печь. При полубесконечном режиме, когда одновременно работают две линии, непрерывнолитые заготовки обычно режут на длину 45 м и поочередно подают в проходную печь.

Для эффективности процесса необходимо обеспечить серийность плавов не менее трёх. При этом средняя партия металла из легированных сталей на мини-заводах составляет 30-40 т. В связи с этим необходимо обеспечить быструю перестройку прокатного стана. На заводе «Luna» автоматическая перестройка стана производится за 5 мин., при этом МНЛЗ продолжает работать.

Прокатный стан состоит из 17 клетей, размещённых в черновой, промежуточной и предчистовой группах. Расположение клетей в группах – непрерывное с чередованием клетей с горизонтальным и вертикальным расположением валков. Клетки бесстанинного типа. На участке стана имеется пять гидросбивов и пять ножниц. За клетями предчистовой группы расположена линия охлаждения, которая должна обеспечить температуру конца прокатки после обжимного блока в пределах 700-1000 °С для прутков диаметров менее 40 мм и в пределах 800-950 °С для всех остальных прутков. Далее установлен трёхвалковый обжимной блок трёхвалковых клетей. Стан оснащён системой автоматического регулирования размеров раскатов и устройств для обнаружения дефектов проката в технологическом потоке в горячем состоянии.

Участок окончательного охлаждения имеет длину 90 м. Возможны три режима охлаждения для круглых профилей диаметром 20-90 мм: снижение температуры проката до оптимального значения для подачи его на холодильник или в печь для отжига; ускоренное охлаждение с температуры конца прокатки до температуры 550 °С без закалки; прямая закалка с

температуры конца прокатки до 100 °С, обеспечивающая сквозную закалку прутка до его сердцевины.

После холодильника расположена подогревательная газовая печь, в которой слой прутков либо проходит с номинальной рабочей скоростью, либо выдерживается в течение времени, требуемого для завершения комплекса термической обработки, уже начатого на стане

Также после холодильника производится механическое удаление окалины, и прутки поступают на участок отделки, на котором имеются: четыре абразивные отрезные машины, стенд удаления заусенцев с прутков, стенд укладки в пачки, обвязочная машина и стенд окончательного складирования продукции. Предусмотрены также системы неразрушающего контроля в линии для круглых и квадратных прутков, состоящие из двух ультразвуковых и вихревоотоковых дефектоскопов.

Линия производства сортового проката в бунтах и его отделки состоит из двух моталок Гаррета, оборудованных специальными устройствами для съёма бунтов, конвейера контролируемого охлаждения и устройств для уплотнения, обвязки, отделки и подборки бунтов.

На стане производят круглые профили диаметром 2-100 мм и квадратные со стороной 40-100 мм – в прутках; круглые профили диаметром 15-50 мм – в бунтах из углеродистых и, главным образом, легированных марок стали.

Годовая производительность ЛПА 500 тыс. т.

Фирмой «Mannesmann-Demag» (ФРГ) разработан ЛПА для производства прутков в пакетах Ø 13-17 мм; в бунтах Ø 13-40 мм; полосы сечением (30×8)÷(90×12) мм; катанки и круглых профилей Ø 5,5-18 мм из углеродистой рядовой и качественной, легированной (автоматной, шарикоподшипниковой, рессорной, инструментальной, коррозионностойкой) сталей [18]. Особенности ЛПА являются

применение горизонтальной МНЛЗ и машины интенсивного обжатия (МИО). Схема расположения основного оборудования ЛПА приведена на рисунок 6.

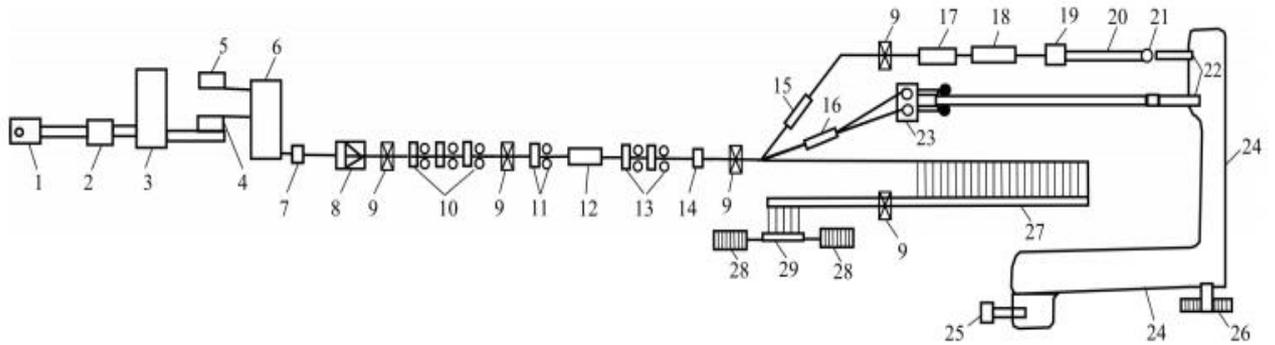


Рисунок 6 - Схема расположения основного оборудования ЛПА для производства прутков, полос и катанки: 1 - горизонтальная МНЛЗ; 2 - машина газовой резки; 3 - холодильник; 4, 5 - загрузочные решётки горячего и холодного посада заготовок; 6 - методическая печь с шагающими балками; 7 - гидросбив; 8 - машина интенсивного обжатия; 9 - ножницы; 10- первая промежуточная группа клетей; 11 - вторая промежуточная группа клетей; 12, 15, 16, 18-установки водяного охлаждения; 13- чистовая группа клетей; 14 - калибровочный блок; 17- чистовой блок клетей; 19 - виткообразователь; 20 - транспортёр с воздушным охлаждением; 21 - виткосборник; 22 - устройство навески бунтов на крюковой конвейер; 23 - моталки Гаррета; 24 - крюковой конвейер; 25 - устройство для подпрессовки бунтов; 26 - устройство для съема бунтов; 27 - холодильник для прутков, поставляемых в пакетах; 28 - карманы; 29 - пакетирующий

Применение горизонтальной МНЛЗ обосновано тем, что она имеет ряд достоинств: круглые заготовки охлаждаются равномернее квадратных и прямо- угольных, что способствует получению непрерывнолитого слитка с хорошей поверхностью; возможность разливать как низкоуглеродистые, так и высоколегированные стали; кристаллизаторы с внутренней круглой

формой экономически более выгодны, чем с прямоугольной и квадратной формой из-за снижения затрат на последующую обработку внутренней поверхности; возможность использования непрерывнолитых слитков круглого поперечного сечения в МИО.

Применение МИО позволяет исключить черновую шестиклетевую группу. Кроме этого применение МИО обеспечивает благоприятный температурный профиль по длине раската за счёт его интенсивного обжатия, безударный захват заготовки без проводковой арматуры, быструю перевалку валков, снижение численности обслуживающего персонала, капитальных затрат при изготовлении МИО на 25 %, а текущих – на 20 %, возможность допускать износ кристаллизатора вплоть до 20 мм.

Технологический процесс в ЛПА происходит следующим образом. На МНЛЗ отливают заготовки из углеродистой стали Ø 140-160 мм, а легированной – 110-125 мм. Непрерывнолитой слиток режут на заготовки длиной 6 м с использованием машины газовой резки. Далее заготовку подают в горячем состоянии в боковое посадочное окно методической нагревательной печи, либо на холодильник и склад (в случае обнаружения дефектов на заготовке, либо простое стана, либо при производительности МНЛЗ выше, чем прокатного стана). Холодный посад заготовок производят в торцевую часть печи. Печную окалину удаляют в гидросбиве, после чего заготовка поступает в МИО, где её обжимают до диаметров 60-80 мм (для обычных и качественных углеродистых марок стали коэффициент вытяжки находится в диапазоне 3,1-6,6; для труднодеформируемых – 1,9-4,1). После этого концы искажённой формы удаляют на ножницах. Далее раскат обжимают в первой и второй промежуточных группах клетей. Клетки этих групп – дуо с чередованием вертикально и горизонтально расположенных валков, бесстанинные. Чистовая группа состоит из четырёх чередующихся клетей с горизонтально и вертикально расположенными валками.

Калибровочный блок позволяет получать прутки высокой точности размеров.

После калибровочного блока имеется три линии. Первая линия предназначена для охлаждения, порезки и пакетирования круглых профилей диаметром 13-17 мм и плоских полос сечением $(30 \times 8) \div (90 \times 12)$ мм. Вторая линия – для смотки на моталках круглых профилей диаметром 30-40 мм. Третья (проволочная) линия – для получения катанки и круглых профилей диаметром 5,5-18 мм. В линии установлен чистовой блок трёхвалковых клетей с твёрдосплавными валками (дисками). Такой блок позволяет обеспечить высокую точность прокатки, а также скорость до 120 м/с.

В ЛПА предусмотрено несколько вариантов охлаждения металла. В установке охлаждения 12 (рисунок б) выполняется термомеханическое охлаждение конструкционных марок стали. Аналогичная душирующая установка 15 размещена в проволочной линии перед чистовым блоком и также служит для термоупрочнения проката. Эти установки используют и для охлаждения труднодеформируемых марок стали с узким температурным диапазоном деформирования, поскольку при прокатке в МИО и клетях промежуточных групп металл разогревается.

В душирующей установке 16 перед моталками прутки охлаждают для получения требуемой микроструктуры и механических свойств металла. Так, аустенитные нержавеющие стали охлаждают до температуры 400 °С, исключая последующую термообработку. В душирующей установке 18 температура катанки, повышающаяся за счёт разогрева в чистовом блоке, снижается до 700 °С, что способствует образованию мелкодисперсной структуры металла.

Координация, контроль и фиксация параметров технологического процесса и работы оборудования на ЛПА ведётся с помощью систем автоматики и ЭВМ. ЛПА введён в работу на одном из предприятий в ФРГ

О целесообразности объединения в один комплекс производства стали и производства проката декларирует и компания «Siemens-VAI».

Предложен даже термин для этой технологии – WinLink – выигрышное соединение. Трактуются оно как «непрерывное производство сортового длинномерного проката из жидкой стали».

На собственный взгляд самое главное в этой статье [28] – следующее заключение: «Недавний экономический кризис заставил производителей стали пересмотреть преимущества первоначальных проектов сталеплавильных мини-заводов, появившихся на рынке около 40 лет тому назад». Отмечены достоинства мини-заводов и далее: «Несмотря на эти преимущества, относительно продолжительный срок окупаемости был основным препятствием более широкому применению мини-заводов для производства сортового длинномерного проката. Это являлось следствием низкой рентабельности, что характерно для мини-заводов с малым объёмом производства, которые производят стандартный сортамент из углеродистой стали в основном для строительной промышленности»

По технологии WinLink МНЛЗ напрямую стыкуется со станом горячей прокатки. Жидкая сталь в непрерывной, бесконечной производственной линии перерабатывается в арматурную сталь или другой сортовой длинномерный прокат. Для оптимального использования преимуществ электродуговой печи (ЭДП), непрерывного литья и прокатного стана технологией WinLink предусмотрено применение высокоскоростной сортовой МНЛЗ, оборудованной как минимум двумя ручьями. Дополнительные ручьи обеспечивают работу сталеплавильного цеха на полную мощность,

гарантируя надежную подачу стали на прокат для производства требуемого сортамента и дополнительно обеспечивая отдельную разливку заготовки для внешних продаж. Такое решение максимально увеличивает производительность завода и оптимизирует производственный цикл, одновременно повышая гибкость производства сортового проката: кроме арматуры и другого сортового профиля выпускается сортовая заготовка, в зависимости от того, что требует рынок.

Мини-завод на основе технологии WinLink может производить от 400 до 500 тыс. т сортовых заготовок в год, из которых 300 - 400 тыс. т можно сразу перекатать в арматуру, а 100 тыс. т — реализовать на рынке.



Рисунок 7 – Типовая схема мини-завода WinLink

Ниже будут представлены (без подробного описания) технологии WinLink, применяемые фирмой «Siemens» на мини-заводе:

- **ЭДП и агрегат ковш-печь (АКП).** ЭДП Ultimate создана для максимально эффективной работы. Время плавки ~ 30 мин. Масса плавки составляет 35 -

50 т. Регулировка требуемой температуры жидкой стали для непрерывного литья и добавление легирующих элементов проводятся в АКП.

- **Высокоскоростные МНЛЗ.** Siemens VAI устанавливаются в комплекте с новейшим оборудованием в АСУ и достигают скорости разливки свыше 7 м/мин. Конструкция включает гидравлические механизмы качания Dynaflex, которые оптимально настраивают параметры качания в широком диапазоне скоростей разливки, новое доработанное поколение гильз кристаллизатора Diamond для ускорения теплоотвода от ручья на высокой скорости разливки
- Высокопроизводительный индукционный нагреватель устанавливается между сортовой МНЛЗ и прокатным станом для выравнивания температуры ручья.

Таблица 1 Состав типового мини-завода на основе технологии WinLink компании “Siemens VAI”:

Состав оборудования, характеристика	Номинал
<i>ЭДП Ultimate</i>	
Трансформатор, мощность, МВА	45
Масса плавки, т	35
Длительность плавки, мин	36
<i>Агрегат ковши-печь</i>	
Трансформатор, мощность, МВА	8
Скорость нагрева. °С/мин	4
Длительность плавки, мин	25 — 36
<i>Сортовая МНЛЗ</i>	

Формат заготовки, квадрат со стороной, мм	130 или 150
Скорость литья, м/мин	5,7 — 7,5
Радиус, м	9
<i>Прокатный стан</i>	
Изделие (арматура) размер, мм	2x8 (мин.); 2x40 (макс.)
Скорость чистовой прокатки, м/с	1,3 — 16
Количество клетей	18

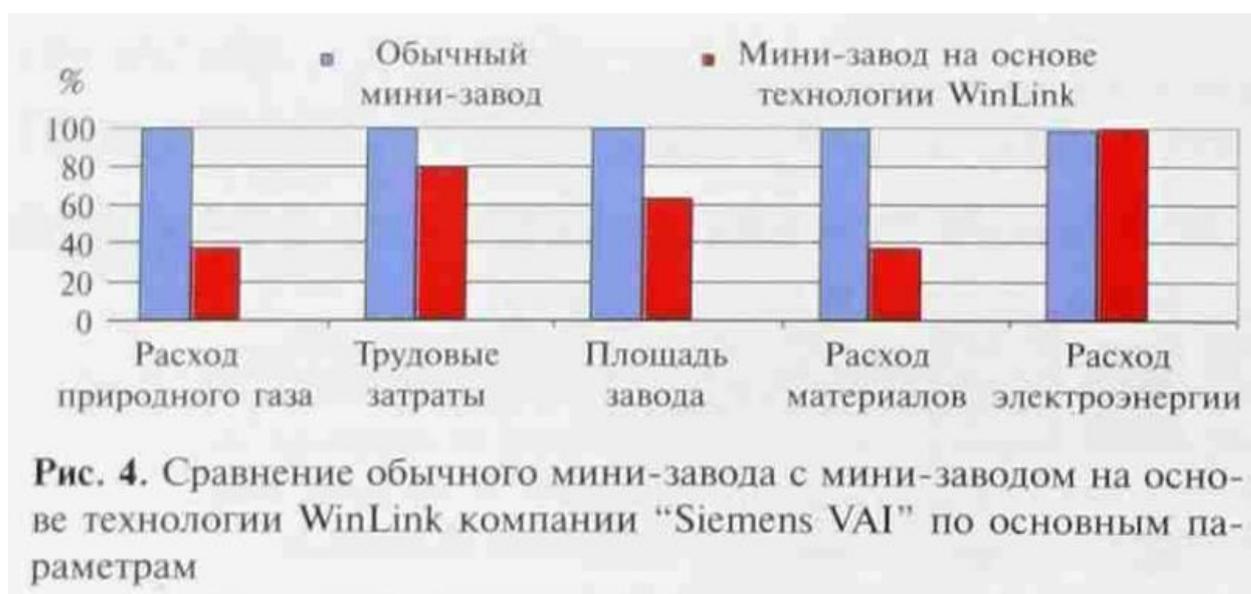


Рисунок 8 – Сравнение обычного мини-завода с мини-заводом на основе технологии WinLink

Выводы.

Развитие мелкосортных и проволочных станов характеризуется несколькими этапами – от линейных к полунепрерывным, от непрерывных

станов, работающих на катаной заготовке поперечного сечения 80×80 или 62×62 мм, до непрерывных станов, на которых используются заготовки поперечного сечения 125×125 и 150×150 мм. С учётом расположения основного оборудования, сечения используемой заготовки, а также числа ниток прокатываемого металла можно предложить следующую классификацию мелкосортных и проволочных прокатных станов:

- первое поколение – линейные прокатные станы;
- второе поколение – полунепрерывные прокатные станы;
- третье поколение – непрерывные четырёхниточные прокатные станы, работающие на катаной заготовке малых поперечных сечений;
- четвертое поколение – непрерывные двухниточные прокатные станы, работающие на непрерывнолитой заготовке больших поперечных сечений;
- пятое поколение – непрерывные однониточные прокатные станы;
- шестое поколение – агрегаты, совмещающие процессы разливки стали и прокатки металла – ЛПА. Переход на использование непрерывнолитой заготовки диктует необходимость использования её только больших поперечных сечений (не менее 125×125 мм), а следовательно, остановку всех мелкосортных и проволочных станов первого и второго поколений и обязательную реконструкцию станов третьего поколения. При реконструкции действующих и строительстве новых станов необходимо стремиться к тому, чтобы прокатные станы являлись элементом литейно-прокатного агрегата, что обеспечит высокое качество продукции и минимальные энергетические, материальные и трудовые затраты на её производство.

Глава 2. Анализ технологического процесса и основного оборудования на рельсобалочном стане ПАО «ЧМК»

2.1. Анализ технологического процесса и основного оборудования на стане 250-2 Челябинского металлургического комбината

Непрерывный проволочный стан 250 (поставки ГДР) введен в эксплуатацию в 1972 г. и предназначен по проекту для четырехниточной прокатки катанки диаметром 5-10 мм.

Основное оборудование стана размещено в одном продольном пролете длиной 440 м и шириной 36 м. В поперечных пролетах относительно стана 250 расположен адьюстаж непрерывно-заготовочного стана 900/700/500, часть площади которого является складом заготовок для проволочного стана 250 № 2 и мелкосортного стана 250 № 1.

Общая масса оборудования стана 4560 т. Общая мощность электрооборудования 68,8 МВт.

В настоящее время на стане прокатывают сталь круглую диаметром 6; 6,3; 8 мм (ГОСТ 2590-88), катанку канатную диаметром 6,3; 8 мм (ГОСТ 1437-78); сталь для армирования железобетонных конструкций № 8 (ГОСТ 5721-82) из стали обыкновенного качества (ГОСТ 380-88); качественной (ГОСТ 1050-88, ОСТ 14-37-78); для сварочной проволоки Св-08А (ТУ 14-1-2201-77); Св-ЮГСМ, Св-ЮНМА, Св-ЮГН. СВ-08ХМ (ТУ 14-1-2203-77).

2.2. Техническое описание

2.2.1. Подготовка металла к прокатке

Исходные заготовки сечением 100 x 100 мм, длиной 10,5 — 11,5 м, массой до 700 кг, поступают с непрерывно-заготовочного стана 900/700/500 комбината в зачищенном состоянии (в потоке блюминга на машине огневой зачистки или после охлаждения на адьюстаже стана).

Заготовки при помощи электромостовых кранов подают на загрузочные решетки нагревательной печи. На каждую печь установлено по две загрузочных решетки грузоподъемностью по 70 т (116 заготовок). Скорость транспортировки заготовок к 81,65-м подводющему рольгангу 0,082 м/с, цикл подачи заготовок 20 с. Диаметр бочки каждого из 52 роликов подводющего рольганга с индивидуальным приводом 212 мм, длина 630 - 800 мм. скорость перемещения по рольгангу 2,22 м/с.

Забракованные заготовки с подводющего рольганга снимают в карман сбрасывателем рычажного типа. В подводющем рольганге вмонтированы 1-т мостовые автоматические весы, время взвешивания 4 с, цикл 14 с.

Заготовки с рольганга на балки нагревательной печи подают клинкен-шлеппером передвигающим одновременно две заготовки с шагом 1 м; ход клинкен-шлеплера 1,2 м, скорость движения 0,24 м/с. Цикл работы 10 с. Возможна реверсивная работа для выгрузки заготовок из печи.

Нагревают заготовки перед прокаткой в двух двухзонных нагревательных печах с шагающим подом, торцевой посадкой и боковой выдачей, размеры габаритного пода печи: длина 17,2 м, ширина 12,64 м. Площадь активного пода при укладке заготовок с шагом 250 мм - 66 м². Садка печи - 66 заготовок (< 40 т). Томильная и сварочные зоны печи оборудованы двухпроводными горелками типа "труба в трубе" (по 11 шт), работающими

на холодном газе и подогретом до 350 °С в петлевом металлическом рекуператоре воздухе. Топливо - смесь коксового и доменного газов теплотой сгорания 9,22-10,1 МДж/м³.

Температурный режим нагрева заготовок регулируется в зависимости от темпа выдачи металла в прокатку, а также от температуры металла после клетей iv и ix (по показаниям приборов). При выдаче < 100 заготовок/ч температура томильной зоны 1270 - 1280 °С, сварочной - 1180 - 1200 °С; при выдаче > 100 заготовок/ч температура томильной зоны 1280 - 1300 °С, сварочной - 1200 - 1220 °С. Температура раската после клетки IV: > 1060 °С при прокатке катанки диаметром 5,65 мм, > 1080 °С - катанки диаметром 6,5 - 8 мм; после клетки IX 1040 и 1060 °С соответственно. Минимальная продолжительность нагрева заготовок в печи 37 - 40 мин. Минимальный цикл выдачи заготовок из печи 20 с. Производительность печи < 90 т/ч.

Для компенсации разности температуры по длине полосы при прокатке допускается создание перепада температуры по ширине печи. Задний конец заготовок должен иметь температуру на 40 - 50 °С выше переднего.

Нагретые заготовки при помощи установки, состоящей из двух линий соединительного рольганга с переводными стрелками и трайб-аппаратами у черновой группы клетей, выдают из печи и направляют к стану. Проектом предусматривался индукционный подогрев заготовок для выравнивания температуры при бесконечной прокатке. В настоящее время установка индукционного подогрева и ротационные кривошип-ные ножницы демонтированы.

Соединительный рольганг длиной 32,7 м состоит из 32 приводных роликов диаметром 212 мм, длиной бочки 400 мм; скорость транспортировки 2,22 м/с. Трайб-аппараты у черновой группы клетей состоят из верхнего и нижнего (ведомого) роликов. Диаметр задающего ролика 260 мм,

прижимное усилие верхнего ролика 12 кН, скорость движения заготовки 0,12 - 0,25 м/с, скорость реверсирования 0,5 м/с.

2.2.2.Оборудование стана и технологический процесс прокатки

Проволочный стан состоит из 37 клеток: 29 горизонтальных и восемь вертикальных, расположенных в четырех группах: в черновой девять горизонтальных клеток, из них семь клеток 450 и Две - 380; в первой промежуточной группе четыре горизонтальных клетки 320; в двух вторых промежуточных группах - по четыре горизонтальных клетки 320; в четырех чистовых - по две горизонтальных клетки 320 и по две вертикальных клетки 300. Прокатку в черновой и первой промежуточной группах ведут в четыре нитки, во второй промежуточной - в две и в чистовой - в одну нитку.

Станины всех горизонтальных двухвалковых клеток закрытого типа.

Рабочие валки

клетей ($0\text{£}^{\text{Iax}}/0\text{£}^{\text{Irr}}$ x Ц): 450/410 x 1000 мм (клетки 450); 380/350 x 1000 мм (клетки 380); 320/300 x 800 мм (клетки 320 первой промежуточной группы); 320/300 x 630 мм (клетки второй промежуточной группы); 320 - 320/300 x 400 мм (клетки второй промежуточной группы); 320 - 320/300 x 400 мм (горизонтальные клетки чистовой группы); 300/2/5 x 400 мм - вертикальные.

Материал валков: сталь марки 50 с наплавкой порошковой проволокой марки ЗХ2В8 (клетки 1 - 4); чугун СШХН-48 или СПХН-40 (клетки 5-19); чугун СПХН-60 (клетки 10 - 13); чугун СПХН-61 или СПХН-62 (клетки 14 - 17); чугун СПХН-65 или СПХН-62 (клетки 18 - 21). Подшипники всех валков жидкостного трения.

Нажимное устройство верхних валков горизонтальных клеток винтовое с приводом от электродвигателя со скоростью подъема верхнего вала: 0,1/6 м/с (клетки 450); 0,182 м/с (клетки 380), 0,18 м/с (клетки 320) и 0,16 м/с (клетки

320 чистовой группы). Максимальный ход верхнего и нижнего валков клетки 450 соответственно 65 и 65 мм; клетки 380 - 75 и 60 мм; клетки 320 - 60 и 55 мм; клетки 320 (чистовой группы) - 40 и 30 мм.

клетей ($0\text{£}^{1ax}/0\text{£}^{1rr}$ x Ц): 450/410 x 1000 мм (клетки 450); 380/350 x 1000 мм (клетки 380); 320/300 x 800 мм (клетки 320 первой промежуточной группы); 320/300 x 630 мм (клетки второй промежуточной группы); 320 - 320/300 x 400 мм (клетки второй промежуточной группы); 320 - 320/300 x 400 мм (горизонтальные клетки чистовой группы); 300/2/5 x 400 мм - вертикальные. Материал валков: сталь марки 50 с наплавкой порошковой проволокой марки 3Х2В8 (клетки 1 - 4); чугун СШХН-48 или СПХН-40 (клетки 5-19); чугун СПХН-60 (клетки 10 - 13); чугун СПХН-61 или СПХН-62 (клетки 14 - 17); чугун СПХН-65 или СПХН-62 (клетки 18 - 21). Подшипники всех валков жидкостного трения.

Нажимное устройство верхних валков горизонтальных клеток винтовое с приводом от электродвигателя со скоростью подъема верхнего валка: 0,1/6 м/с (клетки 450); 0,182 м/с (клетки 380), 0,18 м/с (клетки 320) и 0,16 м/с (клетки 320 чистовой группы). Максимальный ход верхнего и нижнего валков клетки 450 соответственно 65 и 65 мм; клетки 380 - 75 и 60 мм; клетки 320 - 60 и 55 мм; клетки 320 (чистовой группы) - 40 и 30 мм. В таблице 2 представлена характеристика линий приводов валков клеток проволочного стана 250.

Таблица 2. Характеристика линий приводов валков клетей проволочного стана 250

Клеть	$v_{пр}, \text{ м/с}$	*P	$\Pi_{эл.дв} >$ об/мин	N эл. дв кВт
Черновая группа				
1	0,075-0,34	42,5	260-680	260
2	0,10-0,44	38,3	270-810	870
3	0,146-0,66	25,9	270-810	
4	0,2-0,91	20,9	360-900	
5	0,3-1,34	14,3	360-900	1200
6	0,41-1,84	10,38	360-900	
7	0,54-2,44	7,84	360-900	1200
8	0,78-3,52	4,50	360-900	1000
9	1,03-4,72	3,02	270-810	870
Первая промежуточная группа				
10	1,36-6,65	2,06	360-900	1000
11	1,92-8,50	1,38	270-810	870
12	2,79-13,7	-	360-900	1200
13	3,7-13,7	-	360-900	1000

Вторая промежуточная группа

14	4,85-25,8	-	580-1700	500
15	5,8-25,8	-	580-1700	500
16	6,83-25,8	-	580-1700	500
17	7,95-25,8		580-1700	500

Чистовая группа

18В	17,8-27,8	0,609	800-1600	275
19	10,2-33,6	0,623	800-1600	275
20В	31,0-33,1	0,609	800-1600	275

Допускаемое усилие и момент прокатки соответственно по клетям; 1850 кН и 172 кН • м (клетки 450); 1400 кН и 58 кН • м (клетки 380); 970 кН и 28,9 кН • м (клетки 320 первой промежуточной группы); 340 кН и 6,8 кН ■ м (клетки 320 второй промежуточной группы); 65 кН и 1,3 кН - м (клетки 320 чистовой группы); 83 кН (клетки 18В и 20В); 1,35 и 7 кН ■ м (клетки 18В и 20В).

Привод рабочих валков от электродвигателей через редуктор, шестеренную клетку и соединительные шпиндели. Диаметр начальной окружности шестеренных валков 450 мм (клетки 450 и 380); 400 мм (клетки 320 первой и второй промежуточных линий); 315 мм (клетки 320 чистовой линии); клетки 320 (№ 12 - 17) с безредукторным приводом. Привод валков клеток индивидуальный, за исключением клеток № 2 и 3; 4 и 5; 6 и 7.

Для быстрой смены калибров горизонтальные клетки снабжены гидроустройствами перемещения. У вертикальных клеток калибры смещают посредством узла подушек валков. Поверхность калибров рифлению не подвергают. Привалковая арматура клеток № 1, № 3 и всех четных с № 2 и

по № 16 стальная скольжения, у остальных клетей роликовая. В клетях № 19 стойкость роликов из стали 40X10C2M 3-6 смен. Перевалку вертикальных клетей ведут кассетами, горизонтальных - клетями посредством электромостовых кранов грузоподъемностью 30/5 т.

Калибровка валков клетей стана: Клеть № 1 - ящичный калибр; № 2 - плоский овал; № 3 - ребровой овал; № 4 - № 21 - чередование калибров по схеме овал - круг. При прокатке круглой стали диаметром 8 мм и профиля для армирования железобетонных конструкций № 8 клетях № 16 и № 17 не работают, вместо валков в этих клетях закрепляют направляющие проводки для пропуска проката. Раскат кантуют после клетей № 2 и № 4 кантующими валками, во всех остальных случаях - трубками. Общая вытяжка металла от заготовки к готовому профилю 127 - 205, средняя 1,272 - 1,290.

За клетью № 9 черновой группы установлено четверо ножниц для резки концов и для аварийных резов. Максимальное разрезаемое сечение раската 420 мм^2 при температуре металла $> 800 \text{ }^\circ\text{C}$; длина отрезаемого куска 1880 мм. Скорость движения проката 2,12 - 4,48 м/с. Привод от 100-кВт электродвигателя.

Перед клетями № 14 и № 18В второй промежуточной и чистовой групп установлены разрывные ножницы рычажного типа. Максимальное сечение разрезаемой полосы 190 мм^2 при температуре полосы $1000 \text{ }^\circ\text{C}$. Величина хода магнита 30 мм, тяговое усилие тормозного магнита 83 кН.

Становый пролет обслуживается тремя 30/5-т электромостовыми кранами.

2.2.3. Оборудование участков и технология охлаждения и уборки проката

После чистовых клетей катанка проходит установку ускоренного охлаждения, состоящую из охлаждающих секций. Длина участка

охлаждения 1300 - 1800 мм. Катанку сматывают в бунты на восьми моталках Эденборна.

Наружный диаметр бунта 1400 мм, внутренний - 950 мм, высота - 500 мм, масса бунта 600 кг. Скорость вращения вала моталки 207 - 830 об/мин, скорость намотки 42 м/с, привод от 17-кВт электродвигателя (328 + 1326 об/мин) через редуктор с передаточным отношением 1,6.

С моталок бунты сталкивателем подают на приемный транспортер. Длина пути сталкивателя 2475 мм, скорость сталкивания 0,75 м/с, привод от 5-кВт электродвигателя (950 об/мин).

Бунты с приемного стола транспортируют к муфельному транспортеру. В состав транспортера у моталок входят двойная и одинарная цепные передачи. Двойной цепной передачей транспортируются 11 бунтов, одинарной - четыре. Скорость цепи 0,23 м/с, минимальный цикл следования бунтов 24 с, максимальный - 51 с, шаг поводков 2000 мм.

При следовании от моталок к муфельному транспортеру бунты проходят вязальные машины. На каждом транспортере установлено по четыре бунтовязальные машины, размещенные попарно напротив, так что каждый бунт обвязывается в двух местах, время вязания бунта 14 с.

Муфельные транспортеры предназначены для охлаждения бунтов до температур, при которых бунт не деформируется в подвешенном состоянии. Бунты движутся по чугунным плитам при помощи бесконечной цепи с захватами. Скорость транспортировки 0,02 - 0,07 м/с. Путь транспортировки 71,7 м, максимально транспортируется 38 бунтов, привод от 20-кВт электродвигателя (1576/532 об/мин) через редуктор с передаточным отношением 630.

С муфельного транспортера бунты (бунтовэвешивателем) передают на крюковый конвейер, имеющий 298 крюков. Время навешивания бунта 12,4 с. Расстояние между крюками 1,8 м, длина цепи 536,4 м, скорость транспортировки 0,1 м/с.

С крюкового конвейера бунты съемником передают на штырь пакетирующей машины. Цикл подачи бунтов 19,4 - 61 с. Цикл съема бунтов 12 с. В цехе установлено шесть четырехстержневых пакетирующих машин (две из них демонтированы). Нагрузка на один штырь 3600 кг, время 1/4 оборота штыря - 9,75 с, скорость вращения основного вала - 1,8 об/мин.

После полной загрузки одного штыря пакетирующая машина совершает поворот на 1/4 оборота, бунты с загруженного штыря убирают двумя 5/5-т электромостовыми кранами и транспортируют на склад. Сдача продукции по фактической массе.

Склад готовой продукции из четырех поперечных пролетов шириной 30 м и длиной 270 м обслуживает два атака: проволочный 250 и мелкосортный 250.

2.3. Краткая техническая характеристика основного оборудования проволочного стана 250-2.

Сортамент: катанка диаметром 6,0; 6,5; 7,0; 8,0 мм; арматурная сталь №№6, 8,10.

1. Загрузочный шлеппер.

Предназначен для приемки заготовок из штабеля, поштучной подачи их в определенном ритме на подводящий рольганг.

Количество – по 2 на каждую печь.

Тип- двухцепной, с роторным переключателем.

Цепь – двухкулачковая сдвоенная.

Максимальное количество укладываемых заготовок – 116 шт.

Максимальная масса одной заготовки – 823 кг.

Средняя скорость транспортировки – 0,082 м/с.

Число циклов транспортера – 60 в час.

Ход за каждый цикл – 240 мм.

Цикл подачи заготовки – 20 с.

Передаточное число редуктора – 400.

Привод – по два электродвигателя.

Мощность – 14 кВт.

2. Перекладыватель загрузочного устройства.

Тип – роторный.

Привод – электродвигатель мощностью 2 кВт и частотой вращения 540 об/мин.

Цикл перекладки – 5,8 с.

Емкость накопителя – 3 шт.

3. Подводящий рольганг.

Предназначен для подачи заготовок от загрузочных шлепперов к нагревательной печи и состоящий из 6 секций.

Количество приводных роликов – 52 шт.

Количество холостых роликов – 3 шт.

Диаметр роликов – 212 мм.

Длина роликов – от 630 до 800 мм.

Мощность двигателя – 0,75 кВт.

4. Сбрасыватель.

Предназначен для снятия с подводящего рольганга забракованных заготовок.

Количество сбрасываемых рычагов – 3 шт.

Количество сбрасывателей – 1 шт.

Привод- электродвигатель мощностью 2 кВт.

Передаточное число редуктора –50.

Режим работы – прерывистый.

5. Клинкен – шлеппер.

Предназначен для перемещения заготовок с шестой секции рольганга к нагревательной печи.

Количество одновременно передвигаемых заготовок – 2 шт.

Шаг заготовок – 1000 мм,

Ход клинкен-шлеппера – 1200 мм.

Средняя скорость движения – 240 мм/с.

Цикл работы – 10 с.

Возможна реверсивная работа для выгрузки заготовок из печи путем разворота

загрузочных штанг на 90°.

6. Нагревательная печь с шагающим подом.

Тип печи – двухзонная, рекуперативная с торцевой посадкой и боковой выдачей.

Тип воздушного рекуператора – петлевой металлический.

Температура подогрева воздуха – до 450 °С.

Топливо – коксодоменный газ с теплотой сгорания от 9,2 до 10 МДж/м³.

Характеристика горелок представлена в таблице 3

Таблица 3- Характеристика горелок.

Наименование	Сварочная	Томильная
Тип горелок	Двухпроводная " труба в трубе"	
Количество, шт.	11	11
Угол наклона в горизонтальной плоскости, °	20	22
Диаметр газового сопла, мм	76	100
Коэффициент расхода воздуха.	1,2	1,1

Размеры габаритного пода печи:

Ширина -12,64 м;

Длина – 15,01 м;

Площадь – 190 м²

Длина балок томильной зоны – 8,1 м.

Площадь активного пода при укладке заготовок с шагом 250 мм – 55 м².

Масса садки печи при раскладке заготовок с шагом: 200 мм – 43 т; 250 мм – 34,5 т.

Макс. производительность печи при раскладке заготовок с шагом: 200 мм – 90 т/ч; 250 мм – 70 т/ч.

Периодичность выдачи – 20 с.

При непрерывной работе печи продолжительность нагрева от 70 до 90 мин.

7. Отводящий рольганг со съемником.

Предназначен для выбрасывания заготовок в случае забоев на стане или других

технологических приемов.

Диаметр роликов – 212 мм.

Длина роликов – 400 мм.

Скорость рольганга – 2,22 м/с.

Мощность двигателя – 0,75 кВт.

Количество сбрасывающих рычагов 3...6 шт.

Мощность привода – 2 кВт.

8. Оборудование станového пролета.

Соединительный рольганг между печью и станом.

Количество роликов – 32 шт.

Диаметр роликов – 212 мм.

Ширина роликов – 400 мм.

Скорость рольганга – 2,22 м/с.

Мощность двигателя – 0,75 кВт.

9. Трайбапараты черновой группы.

Состоят из верхнего и нижнего (ведомого) роликов.

Диаметр задающего ролика – 280 мм.

Скорость движения заготовки – от 0,15 до 0,60 м/с.

Скорость реверсирования – 0,5 м/с.

Диаметр пневмоцилиндра – 200 мм.

Ход пневмоцилиндра – 53 мм.

10. Прокатные клетки.

Стан состоит из 37 клеток (29 горизонтальных и 8 вертикальных) расположенных в 4 группы:

Черновая группа имеет 9 клеток;

Первая промежуточная группа - 4 клетки;

Вторая промежуточная группа – 8 клеток расположенных в две линии;

Чистовая группа клеток – 16 клеток расположенных в 4 линии, с чередованием вертикальных и горизонтальных.

11. Ножницы для обрезки концов.

Предназначены для аварийной порезки раскатов на каждой нитке.

Количество ножниц – 4 шт.

Максимальная площадь разрезаемого раската – 420 мм².

Минимальная температура порезки металла – 800 °С.

Длина реза – 1880 мм.

Скорость движения проката от 2,12 до 4,48 м/с.

Привод – эл. двигатель мощностью 100 кВт.

12. Ножницы рычажные (обрывные левого и правого исполнения).

Предназначены для аварийной порезки металла.

Максимальная площадь сечения разрезаемой полосы – 190 мм².

Температура порезки полосы – 1000 °С.

Ход магнита – 30 мм.

Тяговое усилие тормозного магнита – 81,4 Н.

13. Оборудование участка моталок.

Моталки типа Эденборна со сталкивающими устройствами.

Количество – 8 шт.

Сматываемый профиль – круг от 5,0 до 10,0 мм; арматура №№ 6, 8, 10.

Диаметр бунта – внутренний – 950 мм.- наружный -1400 мм.

Частота вращения вала моталок – 830/207 об/мин.

Скорость моталок – 42 м/с.

Передаточное число редуктора – 1,6.

Приводной двигатель постоянного тока – мощностью 17 кВт.

Путь сталкивателя – 2475 мм.

Длина хода -2530 мм.

Скорость сталкивания -0,75 м/с.

Общее передаточное число – 9.

Эл.двигатель мощностью 5 кВт

.

14. Транспортер у моталок.

Транспортер служит для транспортировки бунтов с приемного стола к муфельному транспортеру.

В состав транспортера входит одинарная цепная передача.

Количество – 1 шт.

Количество транспортируемых бунтов – 15 шт.

Скорость цепей – 0,23 м/с.

Периодичность следования бунтов – 24 с.

Шаг кулачков – 2000 мм.

15. Бунтовязальная машина.

Количество – 8 шт.

Высота бунта – 500 мм.

Механизм поворота клещей:

Двигатель мощностью 2,5 кВт.

Червячный редуктор с передаточным числом 30.

Ход клещей при подаче – 465 мм.

Механизм подачи проволоки – двигатель мощностью 1,6 кВт.

Коробка скоростей – 14 ступенчатая.

Длина проволоки диаметром 6 мм, используемой для обвязки:

максимальная – 1585 мм,

минимальная – 53 мм.

Разматывающее устройство:

внутренний диаметр барабана – 420 мм,

ширина барабана – 360 мм,

диаметр полностью заполненного барабана – 600 мм.

16. Муфельный транспортер.

Предназначен для охлаждения бунтов до температуры, при которой бунт не деформируется в подвешенном состоянии. Движение бунтов происходит по чугунным плитам при помощи бесконечной цепи с захватами.

Скорость транспортировки - от 0,02 до 0,07 м/с.

Путь транспортировки – 71,7 м.

Максимальное количество транспортируемых бунтов – 38 шт.

Мощность – 20 кВт.

Общее передаточное число редуктора – 630.

17. Бунтонавешиватель.

Количество – 2 шт.

Цикл подачи бунтов: макс. – 71 с,

мин. – 24 с,

частота включений – 150 вкл. / ч,

передаточное число – 142.

Время навешивания бунта – 12,4 с.

6.18. Крюковой конвейер.

Число крюков – 298 шт.

Расстояние между крюками – 1,8 м.

Длина цепи – 536,4 м.

Скорость транспортировки – 0,1 м/с.

Передаточное число редуктора – 1740,5

19. Бунтосъемное приспособление.

Предназначено для съема бунтов и подачи их на штырь пакетирующей машины.

Периодичность подачи бунтов – от 19,4 до 61 с.

Периодичность съема бунтов – 12 с.

Передаточное число редуктора – 140.

20. Пакетирующая машина.

Количество стержней – 4 шт..

Время поворота стержня – 9,75 с.

Частота вращения основного вала – 1,8 об/мин.

Глава 3 Разработка мероприятий по совершенствованию технологии прокатки на стане 250-2

3.1. Выбор рационального пути реконструкции мелкосортных станов при переходе на непрерывнолитую заготовку большого сечения

В связи с необходимостью перехода сортопрокатного производства на непрерывнолитую заготовку в ряде случаев возникают проблемы реконструкции существующих мелкосортных и проволочных станов. В основном это связано с тем, что непрерывные мелкосортные и проволочные станы второго поколения предназначены для прокатки квадратной заготовки со стороной 60-80 мм, а сторона сечения унифицированной НЛЗ выше и составляет от 100 до 150 мм.

Так например, при использовании НЛЗ сечением 150x150 мм взамен 80x80 мм в условиях мелкосортных станов КГГМК "Криворожсталь" исходное сечение заготовки возрастет в 3,5 раза, а для условий проволочного стана 250 ОАО "ЕМЗ" при использовании заготовки 125x125 мм взамен 80x80 мм - в 2,44 раза.

Очевидно, что без коренного изменения схемы расположения оборудования либо без применения специальных технологий, использование заготовки повышенного сечения не представляется возможным.

Наиболее очевидным вариантом реконструкции участка прокатки непрерывных мелкосортных станов второго поколения представляется изменение состава оборудования путем добавления дополнительных клеток перед существующим станом, но возможны и другие варианты.

Рассмотрим 4 варианта реконструкции, показанные на рисунке 9, в том числе:

- i. I - с добавлением четырех двухниточных клетей А, Б, В, Г перед существующим типовым мелкосортным станом 250 (рис. 1, I);
- ii. - отличается от I наличием термостата, местом расположения добавляемых клетей и скоростными режимами прокатки (рисунок 9, II);
- iii. - предусматривает использование в варианте II двух неприводных (горизонтальной и вертикальной) клетей, расположенных на дополнительном участке стана (рисунок 9, III);
- iv. - предусматривает наличие четырех клетей в промежуточной группе стана, однониточную прокатку в клетях №1-9, использование за клетями №4,5,6,8 неприводных вертикальных клетей, в сочетании со slitting-процессом (рисунок 9, IV).

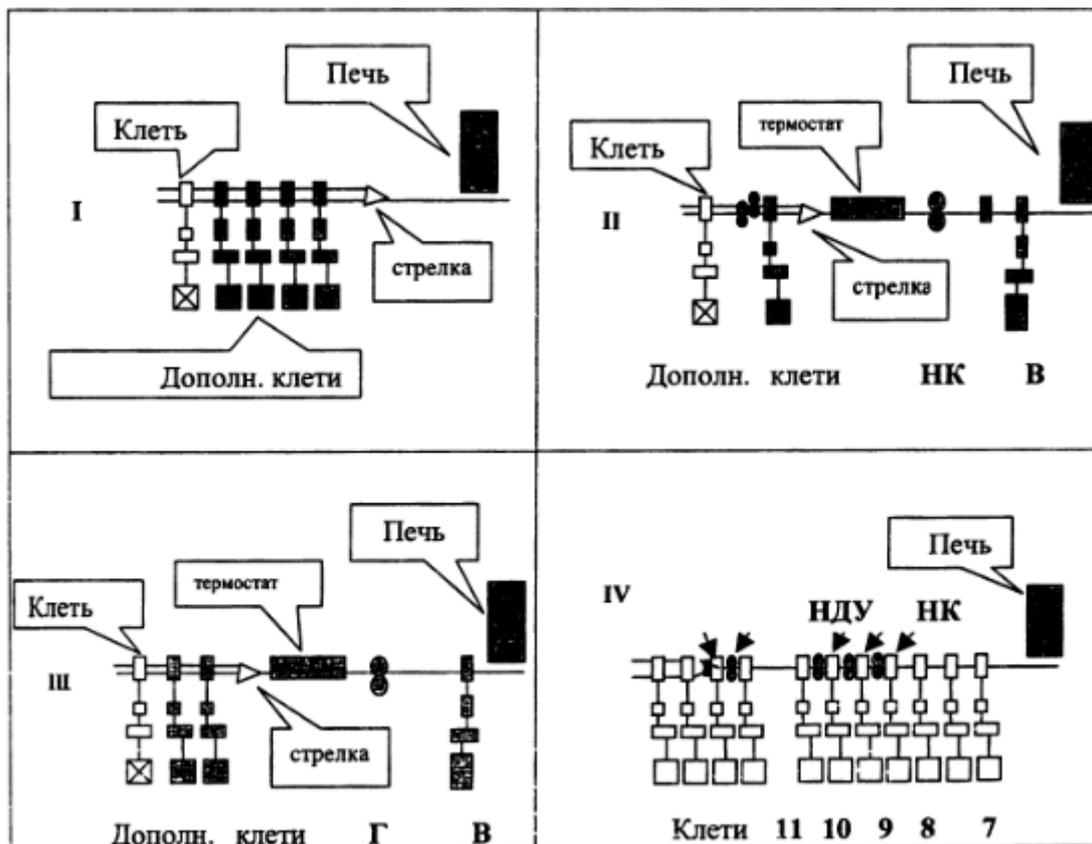


Рисунок 9 - Схема расположения оборудования головной части стана 250 по вариантам реконструкции I - IV [2]. Дополнительное оборудование показано заливкой: А-Г - дополнительные приводные клетки, НК - не приводные клетки, НДУ- не приводное делительное устройство.

Расчеты проведенные в НПО «ДОНИКС» позволяют сделать выводы, в общем согласующиеся с заключением авторов работы [2] в отношении неприемлемости вариантов I и II по следующим причинам:

- оба варианта предложений не позволяют повысить годовое производство, так как скорость раската в чистовой клетке поднять невозможно;
- необходимость капитальных затрат на приобретение новых прокатных клеток и механического и электрического привода к ним;

- резкое ухудшение температурного режима прокатки из-за пониженных до уровня критических значений скоростей прокатки в новых клетях и связанная с этим необходимость реконструкции подводящего к стану рольганга с установкой теплоизолирующих экранов или проходной подогревательной печи;
- необходимость установки фундаментов для новых клеток повышает капитальные затраты и исключает работу стана в период фундаментных работ;
- остается необходимой замена ряда редукторов главных линий привода по причине превышения технологическими параметрами допускаемых значений.
- при применении теплоизоляции раската проблемы перегруза главных линий привода не снимаются.

Вариант III является переходным от варианта II к варианту IV и в корне не отличается от варианта II по составу дополнительного оборудования.

Появление двух неприводных клеток взамен одной приводной не исключает недостатков варианта-аналога.

В варианте IV предполагается использование четырех вертикальных неприводных клеток в черновой и промежуточной группах в совокупности со slitting-процессом в промежуточной группе. Наличие большого числа комплексов «приводная клетка-неприводная клетка» вызывает необходимость дополнительных капитальных затрат на систему автоматического регулирования скоростного режима прокатки, без которой поддержание согласованного режима в черновой группе клеток будет практически невозможным. Кроме того, наличие неприводных клеток вызывает необходимость расширения парка валков и приведет к усложнению

обслуживания стана. В числе вариантов, предусматривающих реконструкцию нагревательной печи в НПО «ДОНИКС» разработан вариант реконструкции, включающий обеспечение необходимой вытяжной способности стана за счет применения технологии двухкратной двухручьевой прокатки-разделения в клетях №9 и №15. Схема этого варианта показана на рис. 2. Исходя из анализа скоростных режимов и энергозатрат, определенным с учетом температурно-скоростных и деформационных режимов прокатки стали 35ГС, установлено, что существующие приводы всех клетей практически удовлетворяют условиям по прочности и мощности двигателей. Удельные энергозатраты на прокатку по этому варианту на 12-18% ниже, чем по вариантам I и II.

Основным недостатком данного варианта является жесткая связь обеих ниток прокатки, что приводит к повышению общего времени простоев стана при сбоях на любом участке технологического потока.

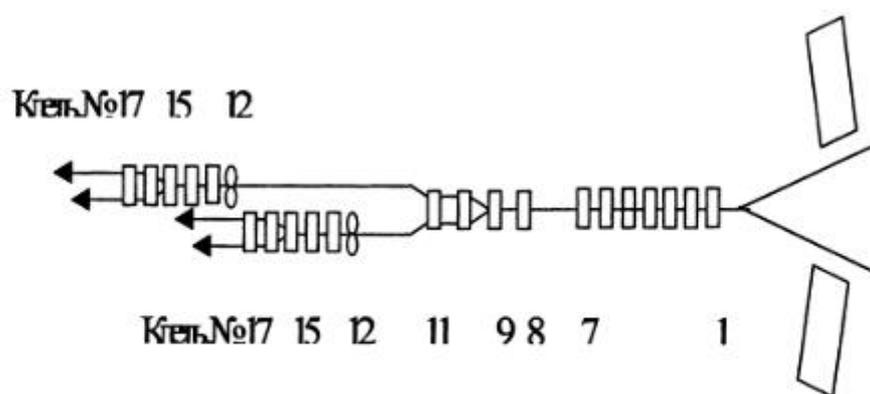


Рисунок 10 - Схема варианта реконструкции с применением технологии двухкратной двухручьевой прокатки-разделения

Анализ простоев стана МС250-4 КГТМК «Криворожсталь» за 4 месяца 1999г. показал, что с учетом упрощения процесса прокатки в черновой группе клетей (одна нитка вместо двух), повышение простоев всего стана по

причине простоев по одной из ниток и снижения простоев стана путем организации одновременных переходов с калибра на калибр на обеих нитках, повышение времени простоев может составить 30-50% по сравнению с существующей технологией. Однако при повышении среднечасовой производительности на 30% с внедрением двухкратной прокатки-разделения, обеспечиваемом скоростью прокатки на клетки №12 порядка 15 м/с, объем производства повысится на 20-25%.

Таким образом при использовании варианта реконструкции НПО "ДОНИКС" обеспечиваются следующие преимущества по сравнению с описанными существующими вариантами I - IV:

- не требуется установка новых дополнительных клеток перед или в черновой группе клеток, изменяющих температурный и скоростной режимы прокатки;
- обеспечиваются минимальные капитальные затраты на реконструкцию участка прокатки;
- обеспечивается существенная экономия энергозатрат при прокатке за счет использования технологии двухкратной прокатки-разделения.

Однако, по мнению авторов, наилучшим по эффективности вариантом реконструкции является вариант, не требующий изменения технологических потоков на сортовом переделе и максимально использующий существующее оборудование металлургических заводов. Это вариант частичного использования оборудования обжимно-заготовочного передела (НЗС) для переката НЛЗ крупного сечения в заготовки, требуемых размеров.

Глава 4 Валки и валковое хозяйство

4.1. Валки и валковое хозяйство прокатных станов. Анализ литературных материалов по развитию и внедрению автоматических систем управления, программ расчета и баз данных в прокатном производстве

1) Система учета и расчета потребности рабочих валков. Многопрофильное частное предприятие «ДЮВ» предлагает автоматизированную компьютерную систему "Валки". Данная система включает в себя комплекс программ, направленных на:

- повышение эффективности использования валков на прокатных станах;
- увеличение надежности работы вальцетокарных мастерских;
- создание оптимального режима использования новых валков и находящихся в эксплуатации./15/
- Системы "Валки" дает полную информацию о состоянии парка валков на предприятии./15/
- Возможности системы «Валки»:
- производить учет новых валков, находящихся на складе;
- вести контроль и учет валков в вальцетокарной мастерской, а также фиксировать рабочее время, затраченное вальцетокарем на обработку валка;
- следить за движением валков на стане с фиксированием прокатанных тонн как на отдельно взятом калибре, так и на валке в целом;
- хранить все необходимые данные по валкам до их списания;

- в любой момент времени проследить за динамикой производства проката по профилям;
- составлять заказную спецификацию;
- производить анализ учета и потребности валков;
- автоматически составлять (с возможностью вывода на печать) акты о передаче валков в эксплуатацию и акты на списание прокатных валков;
- печатать любые бланки и формы, имеющиеся в системе "Валки"./15/
- Данная система может быть адаптирована для учета другого не обозначенного оборудования (подшипники жидкостного трения, изложницы, тележки и др.)./15/

2) Система автоматизированного учета и анализа стойкости прокатных валков

Фирмой "Термосталь" разработана и внедрена в прокатном производстве ОАО "Северсталь" система автоматизированного учета и анализа стойкости валков (САУСВ). Система обеспечивает оперативную и достоверную обработку информации о поступлении, использовании и списании валков./15/

САУСВ реализована на персональных компьютерах (одиночных или объединенных в сеть) на базе развитых СУБД типа Visual FoxPro или Oracle. Ввод текущей информации о паспортных данных вновь поступивших валков, о выполненных шлифовках и завалках производится в удобной форме с диагностикой некорректных данных и нарушений технических требований и технологических инструкций./15/

Производится автоматическое формирование основных учетных документов:

- карточек учета валков;
- актов на списание стоимости валков на себестоимость проката;
- справок о состоянии парка валков и их расходе;
- аналитических форм по сравнению стойкости валков из разных материалов от разных поставщиков и по расчету годовой потребности в валках разных типоразмеров;
- дополнительно решается ряд технологических и бухгалтерских задач./15/

Наиболее эффективное функционирование САУСВ обеспечивается в сети и совместно с действующей АСУТП. Когда однократно вводимая информация из АСУ доступна в САУСВ, а данные из САУСВ непосредственно используются в бухгалтерии и других подразделениях цеха. САУСВ обладает мощными средствами анализа, позволяющими не только выявить основные причины критических производственных ситуаций, но и предложить наиболее эффективные пути их разрешения./15/

Дальнейшее развитие САУСВ связано с ориентацией на решение оперативных производственных задач, по заблаговременной посменной комплектации завалок с выдачей заданий на шлифовку и сборку, по обработке нарядов, контролю за соблюдением технологических инструкций по эксплуатации валков с диагностикой нарушений. При внедрении САУСВ работники участков подготовки валков высвобождаются от рутинных учетных процедур, совершенствуется технология поставок, эксплуатации и восстановления валков, что обеспечивает существенное повышение их стойкости./15/

3) Система контроля технологических параметров горячей прокатки

Для обеспечения технологического персонала нормативной информацией по граничным условиям горячей прокатки и для сбора, хранения и обработки информации по режимам прокатки полос на стане 2000 ОАО ММК разработана автоматизированная система контроля технологических параметров. С внедрением полного комплекса подсистем, системы контроля технологических параметров планируется уменьшить количество продукции без предварительного заказа, своевременно выявлять рулоны, прокатанные с отклонениями от нормируемых допусков./15/

4) Программа Allround для расчета калибров непрерывных сортовых станов при прокатке круглых прутков.

Программа разработана фирмой Allround (Англия) для прокатки круглых прутков любого диаметра в сортопрокатном стане, имеющем черновую группу из трех клетей и чистовую, состоящую из $2 \cdot N$ клетей, где N – количество круглых калибров в чистовой группе (система калибровки – овал-круг)./10/

Программа позволяет в течение нескольких секунд произвести расчет калибров валков чистовой группы непрерывных сортопрокатных станов при прокатке круга любого диаметра (из сортамента стана)./10/

Вводные параметры для расчета – диаметр проката после черновой группы и количество круглых калибров в чистовой группе клетей, а также диаметр готового прутка./10/

5) Конфигурация программы для 3-валковых блоков сортовых и проволочных станов

В 1997г. фирма Kocks (Германия) начала разработку второго поколения программного обеспечения систем управления сортовыми и проволочными станами с блоками 3-валковых клетей, получившая наименование "Vamicon" программа начала работать в 1999 г. Используя базы данных, программа определяет таблицу прокатки данного профиля, выбирает валки и режимы прокатки, а также настроечные параметры. В базу данных введены более 100 различных марок стали./10/

Эта база используется для расчета усилий и мощностей прокатки на основании данных Hensel и Spittel на влияние температуры, скорости и степени деформации./10/

4.2. Разработка схемы контроля и управления валковым хозяйством

Идея состоит в создании блок-схемы событий валкового хозяйства

- Поступление валков на склад

Нас в первую очередь интересует количество валков той или иной позиции

- Формирование пары

При вводе валков в эксплуатацию необходимо вести учет каждого валка. Все валки имеют уникальную маркировку, которая и будет в дальнейшем идентификатором валка. Кроме того, необходим покомплектный учет валков, т.к. валки в сортовом цехе всегда работают в паре (комплекте). Каждая пара, как и отдельный валок, должна иметь уникальный идентификационный номер.

- Нарезка калибров на валках

Нарезку калибров на валках производят на вальцетокарных станках по чертежам калибровочного бюро.

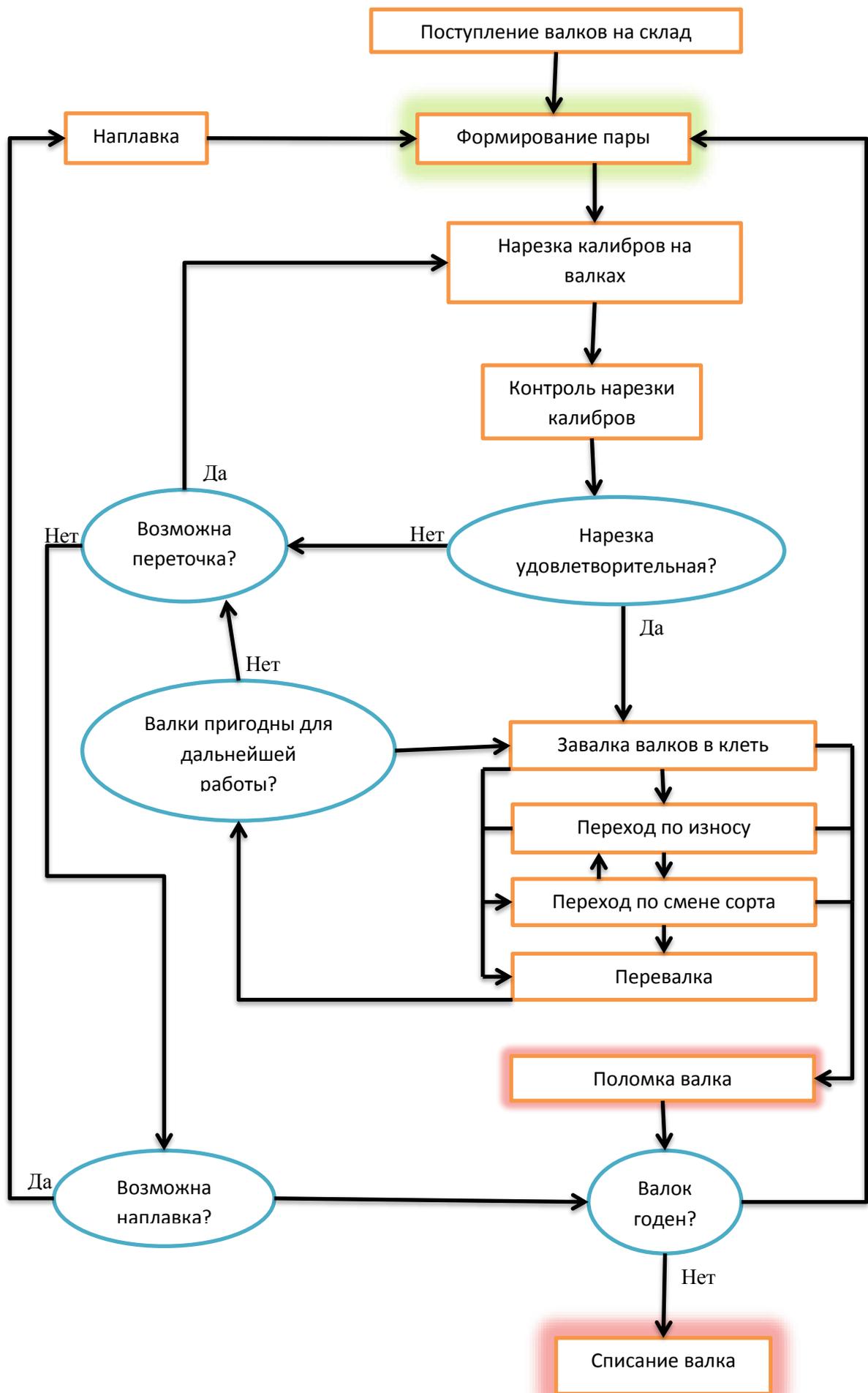
- Контроль нарезки калибров

Контроль нарезки калибров представляет собой процесс проверки на соответствие размеров и формы нарезанных калибров чертежу. Проверка производится с помощью шаблона – металлической пластины, повторяющей контур кольцевого выреза на валке. Шаблон прикладывают к валку, что позволяет оценить степень совпадения калибра и шаблона.

- Завалка валков в клеть

В случае удовлетворительных результатов проверки качества нарезки калибров валки заваливают в клеть и устанавливают привалковую арматуру на соответствующий калибр.

После завалки валков в клеть и начала прокатки может наступить любое из четырех событий: переход по износу, переход по смене сорта, перевалка или поломка валка. После выработки ресурсов валки списывают.



Глава 5 Разработка схемы прокатки, разработка режимов деформации и ЭСП прокатки круглого профиля

1. Режимы обжатий и формоизменение металла

Исходные данные для расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные

Заготовка, мм	круг 10
Готовый профиль, мм	круг 6,5
Условия прокатки	горячая из стана
Материал	Сталь 45
Тип стана	ПС непрерывный
t, °C	900
v ₁ , м/с	10
Группа клетей	чистовая
D _б , мм	250

Основными абсолютными показателями деформации являются:

$$\Delta h = h_0 - h_1 - \text{обжатие};$$

$$\Delta b = b_1 - b_0 - \text{уширение}.$$

При расчете калибровки высоту можно получить достаточно легко, ширину же предсказать более трудно. Существует несколько методов расчета уширения. В данной курсовой работе уширение определяем по формуле Бахтинова:

$$\Delta b = 1,15 * 2 \frac{\Delta h}{h_0} \left(\sqrt{R_B * \Delta h} - \frac{\Delta h}{2f} \right), \text{ мм},$$

где Δh – обжатие, мм

h_0 – высота заготовки, мм

R_B – радиус валка, мм

f – коэффициент трения, который определяем по формуле:

$$f = k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * (1,05 - 0,0005 * t),$$

где k_1 – учитывает состояние поверхности инструмента и его материал;

k_2 – учитывает влияние скорости прокатки;

k_3 – учитывает химический состав обрабатываемого материала;

k_4 – учитывает влияние формы заготовки и калибра;

t – температура прокатки, °С

В данной работе коэффициенты k_1, k_3 условно приняты равными 1, в дальнейшем для расчетов будут использоваться коэффициенты k_2, k_4

Катающий диаметр рассчитываем по следующей формуле:

$$D_K = 2 * R_B - h_i + s, \text{ мм},$$

где s – величина зазора между буртами в мм, которую при диаметре валков в пределах $250 \leq D \leq 400$ мм принимаем:

$$s = 0,012 * D + 2, \text{ мм}$$

В данной работе $s = 0,012 * 250 + 2 \approx 5$ мм

Результаты расчетов режимов обжатий и формоизменения металла представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Расчет режимов обжатий и формоизменения металла

Проход	1	2	3	4
Δh , мм	3,8	4,1	3,8	4,3
h , мм	6,2	7,99	4,19	6,35
R_B , мм	125	125	125	125
k_I	0,575	0,575	0,575	0,575
f	0,3105	0,3105	0,3105	0,3105
b , мм	12,09	8,04	10,65	6,35
S , мм ²	58,8	50,4	35	31,7
λ	1,7	1,17	1,44	1,11
D_K , мм	243,8	242	245,8	242,6

2. Калибры для прокатки заданного профиля

Система калибров состоит из овала и круга.

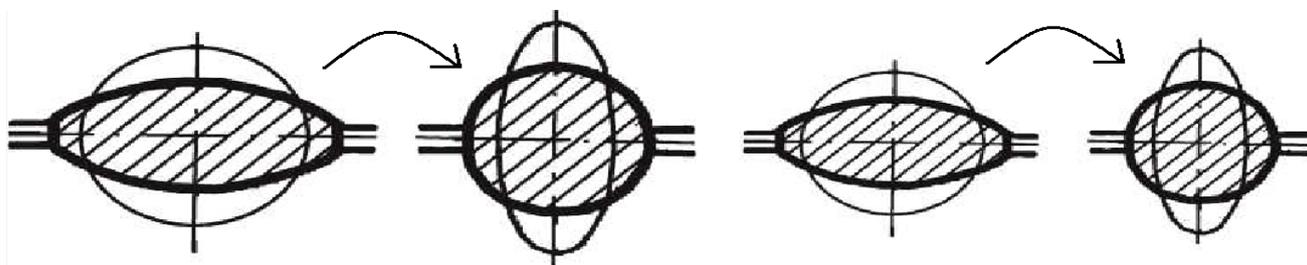


Рисунок 11 – Разработанные калибры

3. Скоростные режимы и время прокатки

Скоростной режим прокатки на непрерывных станах определяется с учетом закона постоянства секундных объёмов, который гласит о том, что за единицу времени через каждую клетку прокатного стана проходит одинаковый объём металла:

$$v_i * S_i = const,$$

где v_i и S_i – скорость выхода и площадь поперечного сечения полосы в каждой клетке соответственно.

Время прокатки в каждой клетке определяем по следующей формуле:

$$\tau_{п} = \frac{l_i}{v_i}, \text{ с,}$$

где l_i – длина раската в каждом проходе, $l_i = l_{i-1} * \lambda$, м

Для определения длины раската в первом проходе используем длину заготовки в размере 10 м.

Результаты расчетов скоростных режимов и времени прокатки приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет скоростных режимов и времени прокатки

Проход	1	2	3	4
λ	1,70	1,17	1,44	1,11
V, м/с	13,34	15,57	22,41	24,77
l, м	17	19,8	28,5	31,5
$\tau_{п}$, с	1,27	1,27	1,27	1,27

Общее время прокатки определяем как сумму времени прокатки в каждом проходе, а также времени до задачи в первую клетку, которое в свою очередь определяем как отношение длины заготовки и скорости подводящих рольгангов:

$$\tau_0 = \frac{l_3}{v_p} = \frac{10}{2,2} = 4,5 \text{ с}$$

Сумма времени в каждом проходе 5,1 с;

Таким образом, общее время прокатки составляет 9,6 с.

4. Энергосиловые параметры процесса прокатки

Среднее сопротивление деформации σ_{SC} , при горячей прокатке в каждом проходе определяем по методике ЧГТУ:

$$\sigma_{SC} = K_0 * U_C^{K_U} * \varepsilon_1^{K_\varepsilon} * e^{-K_t * t}, \text{ МПа,}$$

где K_0 – базовое сопротивление деформации; для стали 45 значение коэффициента K_0 составляет 1475 МПа;

K_U , K_ε , K_t соответственно коэффициенты учета влияния скорости, степени и температуры на сопротивление деформации; для стали 45 значение данных коэффициентов составляет 0,1990, 0,0865 и 0,00275 соответственно;

ε_1 – конечная логарифмическая степень деформации, $\varepsilon_1 = \ln \frac{1}{1-\varepsilon}$;

U_C – средняя скорость деформации, $U_C = 0,105 * n_B * \sqrt{\varepsilon * \frac{R_K}{h_0}}, \text{ с}^{-1}$

где ε – степень деформации, $\varepsilon = \frac{2}{3} * \left(1 - \frac{h_1}{h_0}\right)$.

Среднее удельное давление определяем по выражению:

$$p_c = \beta * n_\sigma * \sigma_{SC}, \text{ МПа,}$$

где β – коэффициент Лодэ, равный 1;

n_σ – коэффициент напряженного состояния.

При $\frac{l}{h_c} < 1$ n_σ определяем по методике А.И. Целикова:

$$n_\sigma = \left(\frac{l}{h_c}\right)^{-0,4}$$

При $\frac{l}{h_c} > 1$ n_σ определяем по методике М.Я. Бровмана:

$$n_\sigma = 0,5 * \left(\frac{l}{h_c} + \frac{h_c}{l}\right),$$

где l – длина очага деформации, $l = \sqrt{(h_0 - h_1) * R_B}$, м

h_c – средняя высота в очаге деформации, $h_c = \frac{h_0 + h_1}{2}$, м

В общем случае коэффициент напряженного состояния можно также найти по формуле, которую использовали в расчетах:

$$n_\sigma^0 = -0,1679 \cdot \left(\frac{l}{h_c}\right)^3 + 0,9312 \cdot \left(\frac{l}{h_c}\right)^2 - 1,3646 \cdot \frac{l}{h_c} + 1,953$$

Усилие прокатки определяем по выражению:

$$P = p_c * F_r, \text{ кН,}$$

где F_r – горизонтальная проекция площади контакта полосы с валками, мм²

При прокатке в овальных и круглых калибрах:

$$F_r = \frac{3}{4} b_1 \sqrt{(h_0 - h_1) R_B}$$

Для двухвалкового калибра момент прокатки определяется следующим образом:

$$M_B = 2 * P * \Psi * l, \text{ кН * м,}$$

где Ψ – коэффициент плеча приложения равнодействующей, который при горячей сортовой прокатке, в двухвалковых калибрах можно приближенно принимать $\approx 0,5$.

Момент трения в подшипниках валков:

$$M_{\text{тр}} = P * \mu * d_n, \text{ кН * м,}$$

где d_n – диаметр шейки валка, равный 120 мм;

μ – коэффициент трения для подшипников жидкостного трения, равный 0,003

Крутящий момент на валу электродвигателя определяется выражением:

$$M_{\text{дв}} = \frac{M_B + M_{\text{тр}}}{i_p * \eta} + M_{\text{хх}} \pm M_{\text{дин}}, \text{ кН * м,}$$

где η – КПД линии привода, равный 0,8;

i_p – передаточное число редуктора в линии привода;

$M_{\text{хх}}$ – момент холостого хода, необходимый для привода главной линии прокатного стана во время паузы,

$$M_{\text{хх}} = 0,05 * M_n, \text{ кН*м,}$$

где M_n – номинальное значение момента на валу электродвигателя, равное 0,275 кН*м

Мощность, по валу электродвигателя:

$$N_{\text{дв}} = M_{\text{дв}} * \omega, \text{ кВт},$$

где ω – частота вращения вала двигателя, $\omega = \frac{\pi * n_{\text{в}}}{30}$

Результаты расчетов энергосиловых параметров прокатки представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет энергосиловых параметров прокатки

Проход	1	2	3	4
ε	0,29	0,25	0,38	0,31
n_b , об/мин	1000	1100	1200	1300
U_c , с ⁻¹	7,1	6,1	8,89	7,1
σ_{sc} , МПа	164,85	158,15	176,41	165,80
l , мм	21,8	22,64	21,8	23,18
h_c , мм	8,1	10,04	6,09	8,5
l/h_c	2,69	2,26	3,58	2,73
n_σ	1,75	1,68	1,29	1,75
p_c , МПа	299,8	276,7	237,8	301,5
F_r , мм ²	197,6	136,5	174,1	110,5
P , кН	59,2	37,7	40	33,3
$M_{пр}$, кН*м	1,3	0,8	0,9	0,7
$M_{тр}$, Н*м	21,3	13,6	14,9	12
i_p	0,609	0,623	0,609	0,524
$M_{дв}$, Н*м	2413	1568	1693	1682
$N_{дв}$, кВт	252,7	180,7	212,7	229

Глава 6 Технико-экономические показатели работы прокатного стана

Современные мелкосортные станы характеризуются значительной производительностью, высокой степенью механизации и автоматизации технологического процесса, а также чрезвычайно высоким удельным весом заданного количества проката в себестоимости продукции.

На мелкосортных станах прокатывают большое количество металла, и грузооборот крупного прокатного цеха достигает нескольких миллионов тонно-километров в год.

Прокатные цехи являются крупнейшими потребителями электрической и тепловой энергии, воды, сжатого воздуха и т. д.

При значительном объеме производства, большом потреблении заготовок, валков, электроэнергии, тепла и т. д. особое значение приобретает повседневная борьба за снижение себестоимости продукции и улучшение технико-экономических показателей работы станом,

Анализ себестоимости проката показывает, что стоимость заданного количества его составляет около 88% себестоимости проката, а на расходы по переделу и общезаводские расходы приходится только 12%. В связи с этим для снижения себестоимости продукции наибольшее внимание уделяют разработке и внедрению мероприятий по снижению расходных коэффициентов металла. Основные из них: улучшение качества заготовки, технологии нагрева и раскроя металла, а также уменьшения числа недокатов.

Планируемый расходный коэффициент металла по мелкосортным станам составляет 1,046. Фактический расходный коэффициент металла близок к планируемому. Величины отдельных компонентов расходного

коэффициента составляют: угар 7%, окалина 40%, обрезь от передних концов раскатов 6%, недокаты 13%, потери при раскросе металла 28%, отходы после сортировки 6%.

Прокатное производство принадлежит к числу наиболее энергоемких. Суммарное потребление электроэнергии в отечественном прокатном производстве к концу семилетки достигнет примерно 3600 Тдж (10 млрд, квт ч) в год. Снижение расхода электроэнергии даже на 1 % даст, годовую экономию в 100 млн. квт ч. Расход электроэнергии при прокатке в основном зависит от температуры металла, марки стали и величины обжатий.

Наиболее существенное значение при этом имеет температура прокатки. Влияние температуры прокатки на расход электроэнергии показано на рисунке 12. При снижении температуры прокатки расход электроэнергии увеличивается более интенсивно для твердых сталей. Проведенные замеры показали, что при снижении температуры на 150°C во время прокатки низколегированной стали 35ГС расход электроэнергии увеличился почти вдвое. В связи с этим на прокатных станах установили автоматические сигнализирующие приборы для замера температуры прокатки.

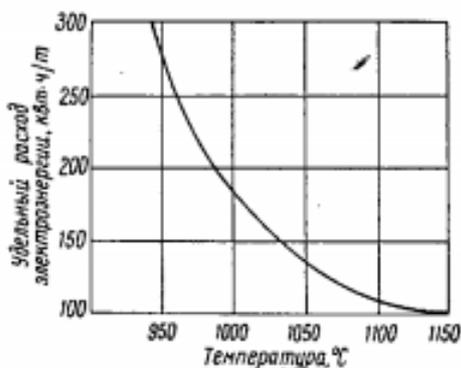


Рисунок 12 – Влияние температуры прокатки на расход электроэнергии

Как известно, теоретический расход электроэнергии прямо пропорционален скорости прокатки. Однако по мере роста скорости возрастает температура конца прокатки. В связи с этим происходит уменьшение удельного расхода

электроэнергии. На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что повышение скорости прокатки в определенной степени снижает удельный расход электроэнергии.

Заключение

Данная дипломная работа выполнена с целью анализа, совершенствование и рассмотрения перспективы развития мелкосортно-проволочного производства мелкого профиля и катанки на современных станах.

В данной работе было проделано:

- Разработаны схемы прокатки, режим деформации и ЭСП прокатки круглого профиля
- Представлена технология модернизации мелкосортно-проволочного стана
- Разработана система управления валковым хозяйством

Библиографический список

1. Кузьменко А. Г. Мелкосортные станы. Состояние, проблемы, перспективы / А. Г. Кузьменко. – М.: Металлургия, 1996. – 368 с.
2. Шилов В. А. О рациональных путях перевода мелкосортных и проволочных станов на прокат непрерывнолитых заготовок / В. А. Шилов, В. К. Смирнов // Производство проката, 2000. – № 7. – С. 23-25
3. Смирнов А. Н. Процессы непрерывной разливки / А. Н. Смирнов, В. Л. Пилюшенко, А. А. Минаев и др. – Донецк: ДонНТУ, 2002. – 536 с.
4. Жучков С. М. Современные проволочные станы. Тенденции развития технологии и оборудования / С. М. Жучков, А. А. Горбанев // ОАО «Черметинформация». Бюллетень «Чёрная металлургия», 2006. – № 7. – С. 30-42.
5. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВАЛКОВЫМ ХОЗЯЙСТВОМ СОРТОПРОКАТНОГО ЦЕХА - тема научной статьи по организации и управлению, читайте бесплатно текст научно-исследовательской работы в электронной библиотеке КиберЛенинка //
6. Усовершенствование шагового конвейера пакетирующей машины сталепроволочного цеха № 2//
http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65635a2bc78a4c43b88421306c27_0.html.
7. Прокатка-разделение//
<http://www.masters.donntu.edu.ua/2006/mech/titiyevskiy/library/rolling.htm>.
8. Дубинский Ф.С. Технология процессов прокатки и волочения : конспект лекций / Ф. С. Дубинский, В. И. Крайнов, Б. В. Баричко ;

М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. обработки металлов давлением. - Челябинск : ЮУрГУ, 2007-. - 20 см

9. Антипин В.Г. Прокатные станы: справочник в трех томах, том 2 Средне-, мелкосортные и специальные станы, издание второе, переработанное и дополненное / В.Г. Антипин, С.В. Тимофеев, Д.К. Нестеров, К.Ф. Грицук, В.А. Степанов, В.В. Пудинов, В.И. Григорьев, Е.Л. Орлов, И.Е. Пацека, В.И. Меляков. – М.: Металлургия, 1992.
10. Бахтинов В.Б. Технология прокатного производства: учебное пособие для техникумов / В.Б. Бахтинов. – М.: Металлургия, 1983.