

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. ИСЛАМА КАРИМОВА**

ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА: ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**На тему: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕСС ПРОКАТКИ ТОНКИХ
ЛИСТОВ В ХОЛОДНОКАТАНЫМ СТАНЕ В УСЛОВИЯХ СП
ТАШКЕНТСКОГО ТРУБНОГО ЗАВОДА**

Студентка:

Азимов И.

Руководитель:

Зав.каф:

доц.Бердиев Д.М.

Ташкент-2017г

Аннотация к дипломной работе

В данной дипломной работе разработана технологический процесс прокатки тонких листов в холоднокатаным стане в условиях СП Ташкентского трубного завода. В ходе разработку технологических процесс проектировали тенденцию к постепенному уменьшению толщины прокатываемых листов. Исходным материалом для производства холоднокатаных полос и листов служат горячекатаные полосы толщиной 1,8-6,0 мм, поступающие в цех холодной прокатки в рулонах. Конечной продукцией цехов холодной прокатки рассматриваемого типа являются листы и полосы толщиной 0,3-3,0 мм, шириной до 2350 мм, из углеродистой стали обыкновенного и повышенного качества, а также из низколегированных сталей. Первой необходимой технологической операцией является удаление окалины с поверхности горячекатаных полос. Практическое применение получили два: химический и механический. Химический способ заключается в растворении оксидов в кислотах; механический - в осуществлении пластической деформации, способствующей отлущиванию окалины с поверхности полосы, или дробеметной (дробеструйной) обработке. В настоящее время оба эти способа чисто применяются совместно, причем химический, называемый травлением является основным, а механический - предварительным. Травление ведется в водном растворе серной или соляной кислоты. Протравленные и промасленные полосы в рулонах поступают на стан холодной прокатки. Пройдя через все клетки (с заданным обжатием), передний конец полосы попадает на барабан моталки. После намотки на барабан 3-4 витков полосы стан переводится на рабочую скорость (25-30 м/с). Когда прокатка рулона завершается и в разматывателе остается 2-3 витка полосы, скорость стана снова снижается до заправочной.

Структура работы представлена введением, 20 заголовков, заключением, списком литературы. В дипломной работе использовано 17 таблиц, 14 рисунков, 8 источника литературы. Общее количество страниц дипломной работы – 78 страниц.

Содержание

1. Постановление Президента Республики Узбекистан о приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан.	
2. Введение.....	5
3. Технология производства холоднокатаных листов.....	6
4. Анализ технологического процесса холодной прокатки стальной полосы, основные проблемы производства и тенденции к их решению.....	11
5. Прокатка стали и основные тенденции повышения эффективности холодной прокатки.....	14
6. Технологическая схема получения готового холоднокатаного листового проката предусматривает.....	15
7. Анализ основных путей развития технологии и оборудования цехов холодной прокатки.....	16
8. Основные характеристики и требования к готовому изделию.....	17
9. Выбор структурной схемы технологического процесса производства холоднокатаной стальной полосы.....	18
10. Травильные агрегаты металлургической промышленности.....	22
11. Устройства непрерывной подачи стальной полосы.	
12. Непрерывные станы холодной прокатки и дрессировки стальной полосы.....	24
13. Ориентировочный расчет деформационного и скоростного режимов прокатки.....	25
14. Расчет работы прокатного стана во времени.....	26
15. Расчет электрических и нагревательных элементов линии.....	28
16. Тепловой расчет печи рекристаллизационного отжига.....	31
17. Расчет количества оборудования.....	34
18. Автоматическая система управления линией холодной прокатки.....	45
19. Экономическая часть.....	54
20. БЖД часть.....	61
21. Экологическая часть.....	64
22. Заключение.....	77
23. Список использованных литература и источников.....	78

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

О ПРИОРИТЕТАХ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН 2011 — 2015 ГОДАХ

(Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2010 г., № 50, ст. 472; 2011 г., № 50, ст. 512; 2016 г., № 40, ст. 469)

В целях устойчивого, динамичного и сбалансированного развития промышленности республики, углубления структурных преобразований, направленных на диверсификацию основных ее отраслей и рост экспортного потенциала, дальнейшего повышения эффективности и конкурентоспособности отраслей, комплексов и предприятий промышленности на основе их модернизации, технического и технологического обновления производства:

1. Определить основными задачами и приоритетными направлениями развития промышленности республики в 2011 — 2015 годах:

выработку конкретной, глубоко и всесторонне продуманной долгосрочной перспективы развития структурообразующих отраслей и промышленности в целом, осуществление на этой основе углубления структурных преобразований экономики, направленных на диверсификацию основных ее отраслей;

обеспечение стабильности нормативных показателей и тарифов с целью повышения конкурентоспособности отечественной промышленной продукции, уменьшения зависимости развития промышленности и экономики республики в целом от изменений мировой конъюнктуры;

дальнейшее углубление структурных преобразований в промышленности, направленных на опережающее развитие таких приоритетных отраслей, как энергетика, нефтегазохимическая, химическая, текстильная и легкая промышленность, цветная металлургия, машиностроение и автомобилестроение, фармацевтика, качественная и углубленная переработка сельскохозяйственной продукции, производство строительных материалов, обеспечивающих повышение роли и места Республики Узбекистан в мировом разделении труда, производство конкурентоспособной продукции с высокой долей добавленной стоимости, пользующейся устойчивым спросом на мировом рынке;

осуществление широкомасштабной модернизации, технического и технологического обновления промышленных производств, оснащение их самым современным высокотехнологичным оборудованием, ускоренное внедрение в отраслях промышленности современных научных достижений и прогрессивных инновационных технологий, расширение подготовки высококвалифицированных кадров для промышленности;

обеспечение устойчивого роста экспортного потенциала, увеличения производства экспорт ориентированной конкурентоспособной промышленной продукции, расширение ее рынков сбыта на базе диверсификации производства, углубленной и качественной переработки отечественного сырья:

дальнейшее развитие внутрипромышленной кооперации и локализации производства, создание условий для ускоренного развития малого бизнеса и частного предпринимательства в промышленных отраслях, размещение промышленных производств во всех регионах страны и на этой основе обеспечение импортозамещения, создание новых рабочих мест и рост трудозанятости населения, повышение доходов и уровня жизни людей;

неуклонное повышение эффективности промышленного производства за счет повышения производительности труда, последовательного снижения производственных затрат и себестоимости продукции, внедрения современных энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий, совершенствования организации производства, устранения потерь и непроизводительных затрат;

системное внедрение международных стандартов качества и технических регламентов при производстве промышленной продукции, обеспечивающих ее конкурентоспособность на внешних рынках.

2. Одобрить разработанную Специальной рабочей группой, образованной в соответствии с распоряжением Президента Республики Узбекистан от 30 июля 2010 года № Р-3471, Программу о приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан в 2011 — 2015 годах, включающую:

См. предыдущую редакцию.

(абзац второй пункта 2 утратил силу в соответствии с постановлением Президента Республики Узбекистан от 4 октября 2016 года № ПП-2624 — СЗ РУ, 2016 г., № 40, ст. 469)

Введение

Холодная прокатка по сравнению с горячей имеет два больших преимущества: во-первых, она позволяет производить листы и полосы толщиной менее 0,8-1 мм, вплоть до нескольких микрон, что горячей прокаткой недостижимо; во-вторых, она обеспечивает получение продукции более высокого качества по всем показателям - точности размеров, отделке поверхности, физико-механическим свойствам. Эти преимущества холодной прокатки обусловили ее широкое использование как в черной, так и в цветной металлургии.

Вместе с тем необходимо отметить, что процессы холодной прокатки являются более энергоемкими, чем процессы горячей прокатки. При холодной деформации металл упрочняется (наклепывается), в связи с этим для восстановления пластических свойств приходится проводить отжиг. Технология производства холоднокатаных листов включает большое число переделов, требует применения сложного и многообразного оборудования.

В настоящее время доля холоднокатаных листов в общей массе тонколистового проката составляет около 50 %. Производство холоднокатаных листов, полос и лент продолжает интенсивно развиваться. Основную массу (примерно 80%) холоднокатаных листов составляет низкоуглеродистая конструкционная сталь толщиной 0,5-2,5 мм, шириной до 2300 мм. Такую тонколистовую сталь широко используют в автомобилестроении, поэтому часто ее называют автолистом. Методом холодной прокатки производят почти всю жечь - продукцию, идущую в больших количествах для изготовления пищевой тары, в частности консервных банок. Материалом для жести также служит низкоуглеродистая сталь, но в большинстве случаев жечь выпускают с защитным покрытием, чаще всего - оловянным. Жечь прокатывают в виде полос толщиной 0,07-0,5 мм, шириной до 1300 мм. К числу распространенных видов холоднокатаной продукции также относятся: декапир (травленая и отожженная сталь, применяемая при производстве эмалированной посуды и

других изделий с покрытиями), кровельный лист (часто выпускается оцинкованным), низколегированные конструкционные стали. Особо следует отметить две важные группы легированных сталей - коррозионностойкую (нержавеющую) и электротехническую (динамную и трансформаторную).

В цветной металлургии холодная прокатка применяется для получения тонких полос, листов и лент из алюминия и его сплавов, меди и ее сплавов, никеля, титана, цинка, свинца и многих других металлов. Наименьшую толщину имеет фольга. Например, алюминиевая фольга выпускается в виде полос минимальной толщиной 0,005мм, шириной до 1000-1500 мм. Разнообразие сортамента холоднокатаной листовой продукции обеспечивается применением прокатных станов различной конструкции, с очень разными техническими характеристиками и уровнями производительности.

Технология производства холоднокатаных листов

Исходным материалом для производства холоднокатаных полос и листов служат горячекатаные полосы толщиной 1,8-6,0 мм, поступающие в цех холодной прокатки в рулонах. Конечной продукцией цехов холодной прокатки рассматриваемого типа являются листы и полосы толщиной 0,3-3,0 мм, шириной до 2350 мм, из углеродистой стали обыкновенного и повышенного качества, а также из низколегированных сталей. Значительная часть листов и полос выпускается с защитными антикоррозионными покрытиями - цинковым, алюминиевым, полимерными и др. Поверхность исходных горячекатаных полос покрыта окалиной (оксидами). Если проводить холодную прокатку заготовок в таком состоянии, то окалина будет вдавливаясь в металл, резко ухудшая качество его поверхности. Кроме того, окалина, обладая относительно высокой твердостью, способствует износу прокатных валков. Поэтому первой необходимой технологической операцией является удаление окалины с поверхности горячекатаных полос. Существует ряд способов удаления

окалины, однако широкое, практическое применение получили два: химический и механический. Химический способ заключается в растворении оксидов в кислотах; механический - в осуществлении пластической деформации, способствующей отлущиванию окалины с поверхности полосы, или дробеметной (дробеструйной) обработке. В настоящее время оба эти способа чисто применяются совместно, причем химический, называемый травлением является основным, а механический - предварительным.

Перед поступлением полосы в травильные ванны производится дополнительное механическое разрушение окалины. Для этого применяется дрессировочная клеть или машина пластического растяжения. Травление ведется в водном растворе серной или соляной кислоты. Использование соляной кислоты в качестве травильной среды имеет ряд существенных преимуществ. Прежде всего, соляная кислота является более активной, чем серная, особенно по отношению к оксидам, что позволяет сократить время травления. Качество поверхности полос после обработки в соляной кислоте лучше, чем после работы в серной. Сокращается выделение водорода, в связи с чем уменьшается опасность возникновения водородной хрупкости. Соляная кислота легче и полнее удаляется с поверхности полос в промывных ваннах.

Протравленные и промасленные полосы в рулонах поступают на стан холодной прокатки (Рисунок 1). Чаще всего это четырех- или пяти клетевой непрерывный стан.

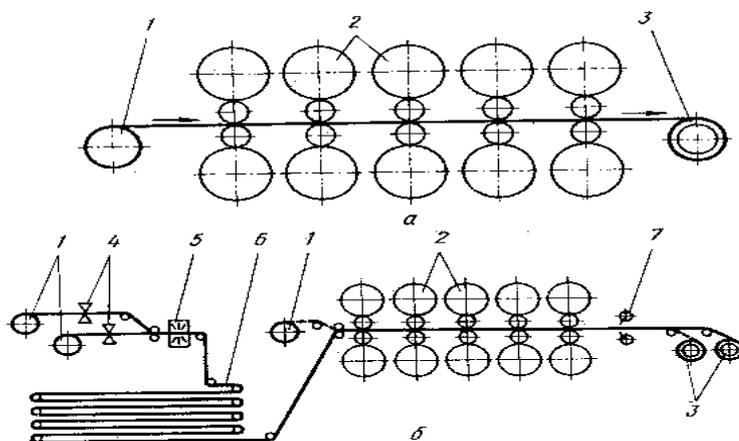


Рисунок 1 - Схемы непрерывных станов порулонной (а) и бесконечной (б) прокатки:

1-разматыватели; 2-рабочие клетки; 3-моталки; 4-ножницы; 5-стыкосварочная машина;

6-петлеобразующее устройство; 7- летучие ножницы. Рулоны цепным транспортером подаются в разматыватель стана. Передний конец полосы отгибается специальным устройством и задается в тянущие ролики, которые подводят полосу к валкам первой клетки.

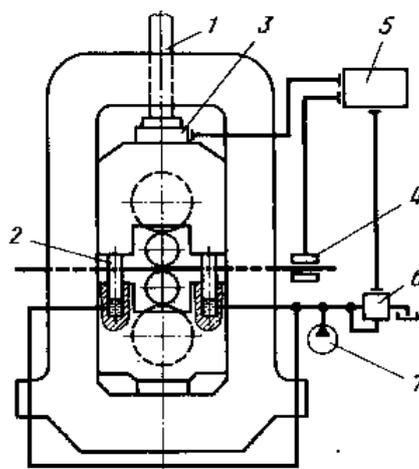


Рисунок 1-1 - Схема клетки с гидромеханическим нажимным устройством и системой автоматического регулирования толщины полосы: 1 - нажимной винт; 2 - гидроцилиндры с плунжерами; 3 - месдоза; 4 - толщиномер; 5 - управляющее устройство; 6 - регулятор давления жидкости; 7 - насос

Пройдя через все клетки (с заданным обжатием), передний конец полосы попадает на барабан моталки. С помощью захлестывателя, начинается намотка полосы на барабан. Все указанные начальные операции выполняются на малой, заправочной скорости (0,5-2,0 м/с). После намотки на барабан 3-4 витков полосы стан переводится на рабочую скорость (25-30 м/с). Когда прокатка рулона завершается и в разматывателе остается 2-3 витка полосы, скорость стана снова снижается до заправочной. Если поступающие на стан рулоны составлены (сварены) из нескольких полос, то прокатка сварных швов также осуществляется на пониженной скорости (около 5 м/с).

Следующий основной технологической операцией - после прокатки является отжиг, который необходим для устранения наклепа, полученного при холодной деформации, и восстановления пластических свойств металла. Температура нагрева металла (низкоуглеродистой стали) 650-720 °С. С точки зрения структурных превращений этот отжиг является рекристаллизационным. Отжиг осуществляется в колпаковых печах в рулонах (иногда в пачках) или в

непрерывных агрегатах с протяжными печами. После отжига тонколистовая сталь подвергается дрессировке. Этим термином обозначается процесс отделочной холодной прокатки с очень небольшим обжатием, обычно в пределах 0,8-1,5%. Дрессировка полос толщиной более 0,3 мм ведется в один пропуск. В процессе дрессировки тонкие приконтактные слои металла обжимаются в валках и впоследствии при штамповке линии сдвига на поверхности не проступают. Помимо сказанного, дрессировка дает и другие положительные эффекты; уменьшается волнистость и коробоватость полос, несколько улучшаются механические свойства металла (предел текучести немного понижается, прочность увеличивается), формируется необходимый микрорельеф поверхности продукции. Иногда дрессировка является последней технологической операцией в цехе холодной прокатки. После дрессировки часть рулонов может отгружаться потребителям в неразделенном виде, но большая часть их поступает на разделочные агрегаты для поперечной и продольной резки на листы и более узкие полосы по заказам.

Важно отметить, что в настоящее время значительное и растущее количество тонколистовой холоднокатаной стали выпускается с защитными антикоррозионными покрытиями, в первую очередь - цинковым и полимерными. Нанесение цинкового покрытия осуществляется методом погружения в расплав цинка (горячее цинкование) или электролитическим методом. При горячем цинковании толщина покрытия достигает 50 мкм, при электролитическом - до 10 мкм. Наибольшее применение получил способ горячего цинкования.

Дефекты холоднокатаных листов и полос:

Виды дефектов холоднокатаных листов и полос очень многочисленны. Некоторые из них специфичны, т.е. относятся только к какому-либо конкретному виду продукции.

. Несоблюдение точности размеров и формы листов и полос.

Поскольку холоднокатаные листы в основной массе значительно тоньше, чем горячекатаные, на первый план выходят такие дефекты, как поперечная и

продольная разнотолщинность, волнистость, коробоватость.

Причиной образования разнотолщинности проката является непостоянство условий деформации:

- изменение температуры заготовки;
- изменение диаметра валков вследствие их нагрева;
- эксцентриситет и неоднородность структуры рабочих валков;
- прокатка конца полосы без натяжения.

Для получения продукции с минимальной разнотолщинностью прежде всего должны быть использованы все меры, направленные на стабилизацию условий прокатки. Большое значение имеет выполнение следующих требований: минимальная исходная разнотолщинность заготовки (подката), минимальный температурный перепад по длине полосы при горячей прокатке, постоянство коэффициента трения и натяжений и др.

При изготовлении и подготовке валков к прокатке необходимо добиваться минимального их биения при вращении в подшипниках рабочей клетки.

1. Предупреждение их достигается оптимальной профилировкой валков, применением противоизгиба, введением автоматического управления процессом прокатки.

2. Нарушение сплошности металла.

Основной причиной возникновения дефектов такого рода (дыры, трещины, рваная кромка, плены, расслоения и др.) является плохое качество металла исходной горячекатаной заготовки.

3. Дефекты поверхности листов и полос относятся к числу наиболее распространенных.

При травлении горячекатаных полос возможны недотрав и перетрав.

В первом случае на поверхности полосы остаются темные полосы или пятна не стравленной окалины во втором - поверхность металла получается

грубо шероховатой, разъеденной кислотным раствором. Распространенным видом повреждения холоднокатаных листов и полос является вкатанная металлическая крошка. Дефект возникает в результате попадания кусочков металла на поверхность прокатываемой полосы.

4. Отклонения по структуре и физико-механическим свойствам металла зависят главным образом от выполнения предписанных режимов термической обработки. Вместе с тем следует иметь в виду большое влияние режимов деформации, которые должны быть выбраны с учетом конечных свойств металла.

Анализ технологического процесса холодной прокатки стальной полосы, основные проблемы производства и тенденции к их решению

Технология прокатного производства и актуальность внедрения автоматической прокатной линии: Технология прокатного производства – это комплекс взаимосвязанных технологических переделов, определяющих качество прокатной продукции и технико-экономические показатели работы прокатных цехов, металлургических и машиностроительных заводов.

Прокатное производство – это получение путём прокатки из стали и других металлов различных изделий и полуфабрикатов, а также дополнительная обработка их с целью повышения качества. Более 70% выплавляемой стали, в нашей стране, подвергается прокатке. Прокатное производство обычно организуется на металлургических и машиностроительных заводах.

В условиях постоянно возрастающих требований к качеству металлопродукции, оснащение предприятий современным прокатным оборудованием, создание новых и усовершенствование существующих технологических процессов, учет всех технологических факторов при автоматизации производства проката позволит наиболее эффективно решать вопросы, связанные с работой прокатных цехов, с дальнейшим внедрением новой техники и достижений науки в производстве, тем самым обеспечивая более высокий уровень качества проката, эффективность его производства и использования. Сортамент выпускаемой продукции на непрерывных сортовых прокатных станах диктуется потребностями машиностроительного производства и включает в себя широкий спектр фасонных профилей, листов, полос и катанки. Прокаткой получают разнообразные виды заготовок, которые

являются исходным материалом для других способов обработки. Так, горячекатаная и холоднокатаная листовая сталь, полосы и ленты в больших количествах идут для листовой штамповки. Рентабельность продукции, выпускаемой машиностроительным производством во многом зависит от качества получаемого проката, производительности стана и энергозатрат.

Необходимость приобретения прокатной стали и удаленное расположение заводов черной металлургии делают производство менее гибким и более дорогостоящим в условиях развивающейся конкуренции. Кроме того принимаемые, в последние годы, на заводах черной металлургии меры по повышению производительности, снижению себестоимости и улучшению качества стали не дают ожидаемых результатов ввиду морально устаревшего оборудования. Выходом из сложившейся ситуации может служить внедрение автоматических металлопрокатных линий средней производительности в технологическую цепочку машиностроительных заводов и заводов, производящих оборудование. Изучение вопросов технологии производства проката с оценкой влияния основных технологических процессов и операций по всем переделам прокатного производства на качество готовой прокатной продукции, на возможности расширения марочного и размерного сортамента проката и эффективность производства – важное условие, предшествующее внедрению автоматических металлопрокатных линий. Данные обстоятельства привели к появлению более жестких требований к системам управления режимами работы электроприводов прокатных клетей и необходимости комплексного изучения, анализа и совершенствования существующих способов управления технологическими переменными процесса прокатки. На большинстве отечественных непрерывных сортовых прокатных станах системы автоматизированного регулирования натяжения полосы в меж клетевом промежутке выполнены по принципу косвенной оценки величины натяжения по изменяющимся энергосиловым параметрам привода предыдущей клетки. Данные системы включают в себя контур регулирования натяжения, который, корректируя скорость последующей клетки, поддерживает натяжение в

заданном диапазоне. Данный принцип управления при высоких скоростях прокатки не позволяет исключить наличия в переходных режимах продольных динамических ударов в металле, которые могут привести к вытяжке полосы или ее разрыву в том случае, если натяжение превысит допустимое значение. Это обстоятельство ограничивает сферу применения данных систем и требует их совершенствования. Для повышения эффективности от внедрения автоматических прокатных линий средней производительности необходимо чтобы сортамент производимой ими продукции был максимально широким в пределах технологических возможностей. При использовании непрерывных прокатных станов это требует частой перенастройки стана и усложняет подготовку производства. Применение современных технических средств позволяет автоматизировать процесс разработки калибровки и настройки прокатного стана.

Применение современных компьютеризированных систем управления, обладающих более высоким качеством управления, нежели аналоговые, совместно с высокоточными импульсными датчиками, позволит приблизить режим прокатки к режиму свободной прокатки и сделать его более устойчивым. Режим свободной прокатки способствует лучшему заполнению калибров и исключению продольных динамических ударов на участке металлической полосы, который находится между соседними клетями. В связи с этим, актуальной задачей является изучение возможности прокатки без петлеобразования тонких сортовых профилей в чистовых группах клеток непрерывных станов. Кроме того, при разработке систем управления режимами прокатки на непрерывных прокатных станах также остро стоит вопрос минимизации удельных энергозатрат с целью снижения себестоимости готового сортового проката. Это и многое другое говорит о необходимости дальнейшего исследования и совершенствования систем управления режимами работы электроприводов прокатных станков и непрерывных сортовых прокатных станов.

Прокатка стали и основные тенденции повышения эффективности холодной прокатки.

Высокая производительность процессов обработки металлов давлением, сравнительно низкая их энергоемкость, а также незначительные потери металла при производстве изделий выгодно отличают их по сравнению, например, с обработкой металла резанием, когда требуемую форму изделия получают удалением значительной части заготовки в стружку. Существенным достоинством пластической обработки является значительное улучшение свойств металла в процессе деформирования. На металлургическом заводе получение готового холодного проката выполняется по двум технологическим схемам «слиток – горячий прокат – готовый холодный прокат» и «литая заготовка – горячий прокат – готовый холодный прокат».

При первой схеме проката выбирается слиток определенной массы и с таким расчетом, чтобы непосредственно из него можно было получить необходимое изделие за один нагрев, за которым далее следует холодная прокатка стали.

Однако при слитках массой 6–10 тонн и более получение готового проката за один нагрев не всегда представляется возможным. По этой причине дополнительно используются обжимные станы, задача которых состоит в обработке слитка в заготовку. К тому же при последующей холодной прокатке требуется дополнительная травка и очистка листа от наклепа и обрезка кромок. Данное обстоятельство расширяет технологической схему: слиток – горячекатаный полупродукт – дополнительная обработка полупродукта – готовый холодный прокат. Это повышает энергоемкость и трудоемкость прокатной схемы и следовательно стоимость готового изделия. Поэтому в последнее время все большее предпочтение уделяется второй технологической схеме. Применению второй схемы проката способствует успешное освоение разливки стали в заготовки квадратного и прямоугольного сечений, что до некоторых пор имело распространение лишь в цветной металлургии. Непрерывное литье стальных заготовок длительное время не применялось из-за значительных трудностей выполнения технологического процесса самой разливки. Однако этот процесс обеспечивает получение химически более однородной плотной заготовки, что резко повышает выход годного проката. Например, на слябах спокойной углеродистой стали выход годного проката выше на 20%, чем при разливке в изложницы. Вместе с тем исключается необходимость иметь отделение подготовки изложниц и поддонов, стрипперное отделение, отпадает необходимость в дополнительной травке и очистке листа от наклепа и обрезке кромок. Применение непрерывной разливки стали снижает себестоимость металлургического передела, так как при этом устраняется необходимость в дорогостоящем оборудовании обжимных цехов и резательных цехов, исключаются расходы на содержание обслуживающего и административного персонала. Установлено, что себестоимость проката в этих

условиях снижается на 18–20% при улучшении во многих случаях механических свойств и других характеристик стали. Непрерывным литьем стали изготавливают слябы сечением до 300x2030, 300x2320 мм и квадратные заготовки сечением до 320x320 мм. После прохождения горячей прокатки заготовка толщиной 1,0–4,5мм сматывается в рулон и отправляется на стан холодной прокатки. Причиной этому служит то, что при сравнительно малой толщине прокатываемого продукта, когда из-за большого отношения поверхности к объему быстрое охлаждение металла не дает возможность обеспечить высокую температуру в деформационной зоне, используется холодная прокатка. Холодная прокатка придает изделиям высокие точность размеров и качество поверхности, что невозможно при горячей прокатке, а также особые физические свойства.

Технологическая схема получения готового холоднокатаного листового проката предусматривает:

- 1) термическая обработка перед прокаткой;
- 2) холодная прокатка;
- 3) калибровка и производство профилей;
- 4) отделка с операциями резки, правки, термической обработки,
- 5) удаления поверхностных дефектов, травления и пр.

В последние годы производство холоднокатаного листа составляет около 40% и все более увеличивается. Это связано с тем, что во многих отраслях постоянно растет потребность в тонколистовой стали с высокими механическими свойствами, точными размерами, хорошим качеством поверхности.

Среди возможных направлений повышения эффективности производства холоднокатаной листовой стали можно обозначить следующие основные тенденции:

- 1) строительство современных непрерывных станов с 6-7 клетями, скоростью прокатки до 50 м/с и массой рулона до 60 т;
- 2) использование жестких клеток с полу изгибом валков;
- 3) использование на станах датчиков авторегулирования натяжения, толщины и ширины полосы;
- 4) использование непрерывных поточных линий термообработки вертикального или горизонтального типа.

Анализ основных путей развития технологии и оборудования цехов холодной прокатки

Холоднокатаный листовой прокат относится к категории высококачественной металлопродукции. Использование его в различных отраслях промышленности чрезвычайно эффективно. Это является стимулом интенсивного научно-технического прогресса в области производства холоднокатаных листов. Анализ современных тенденций в совершенствовании данного вида производства позволяет выделить следующие основные направления:

1. Замене трудоемкой и экологически вредной операции травления другими способами удаления окалины с поверхности горячекатаных полос-заготовок. Установка в составе травильных линий валковых окалиноломателей, работающих по принципу резкого перегиба и растяжения полосы, и дрессировочных клеток позволяет значительно сократить процедуру последующего травления. В последние годы развивается дробеструйный способ удаления окалины. Дробеструйные аппараты устанавливаются либо непосредственно в линиях травления, либо отдельно, в самостоятельных линиях. Обычно после дробеструйной обработки требуется лишь легкое травление; при этом расход кислоты сокращается примерно на 75 %.

2. В цехах с целесообразно сооружать новые непрерывные станы, в основном 5-клетевые для прокатки полос толщиной не менее 0,3- 0,4 мм для прокатки более тонких полос, оборудованные мощными намоточно-натяжными барабанами (моталками). Масса рулонов достигнет 50-60 т. Максимальная скорость прокатки, с внедрением нового оборудования не превысит 35-40 м/с, так как практика свидетельствует, что достижение таких скоростей вызывает трудности.

3. В связи с постоянным ужесточением требований по минимальной поперечной разнотолщинности листов, а также их полной планшетности, необходимо проводить работы по совершенствованию профилировок валков. Особого внимания заслуживает разработка способов мобильного воздействия на профиль прокатной щели и, соответственно, профиль листов в процессе прокатки. Необходимо расширять применение установок противоизгиба валков.

4. Тенденция к постепенному уменьшению толщины прокатываемых листов вызывает необходимость применения более эффективных технологических смазок (эмульсий). Однако введение дополнительных количеств жировых компонентов в смазку может привести к повышенной зажиренности металла после прокатки, что нежелательно. Для устранения указанного противоречия современные смазочные системы на непрерывных станах должны предусматривать возможность отдельной подачи смазки по

клетям, позволяя варьировать состав и концентрацию смазки. В этом случае на валки последней, чистовой клетки будет подаваться низкоконцентрированная эмульсия или даже моющий раствор. Кроме того современные смазочные системы также должны обеспечивать достаточное охлаждение и тщательную очистку эмульсии от металлических частиц и других загрязнений.

5.В термических отделениях необходимо применять агрегаты непрерывного отжига с вертикальными или горизонтальными протяжными печами. Практика подтвердила большие преимущества этих агрегатов: возможность достаточно простого регулирования температурно-скоростных параметров обработки, удобство механизации и автоматизации, высокую производительность.

6.Основные объекты современных цехов холодной прокатки, будучи агрегатами непрерывного действия и имея соизмеримую производительность, могут быть объединены в единые, совмещенные линии. Например, включение дрессировочных станов в состав агрегатов непрерывного отжига, или совмещение станов холодной прокатки с агрегатами непрерывного травления. Имеются сведения, что при создании совмещенных линий травления-прокатки капитальные затраты снижаются на 18 %.

7.Нормальное функционирование новых, высокопроизводительных цехов холодной прокатки невозможно без использования автоматических систем управления технологическим процессом (АСУ ТП). Применение АСУ дает положительные результаты на всех переделах, но особенно необходимо оно на основном технологическом агрегате – непрерывном или реверсивном прокатном стане, где в настоящее время операции во многом производятся вручную. Качество выпускаемой продукции в решающей степени зависит от работы автоматических систем, управляющих самим процессом прокатки. К их числу относятся:

- 1) система автоматического регулирования толщины полосы (САРТ);
- 2) система автоматического регулирования натяжения (САРН);
- 3) система автоматического регулирования профиля и формы полосы (САРПФ); система автоматической подачи смазочно-охлаждающей жидкости (САПОЖ).

В задачу САРТ входит обеспечение постоянства толщины прокатываемых полос, исключение значительных колебаний по толщине.

Работа этой системы осуществляется посредством воздействия на нажимные устройства, а также путем изменения межклетевых натяжений и скорости вращения валков. По некоторым данным, применение САРТ обеспечивает прокатку 99% длины полосы с отклонениями от заданной

толщины не более 1-2 %. САРН является как бы подсистемой САРТ, работа этих систем тесно взаимосвязана. Поддержание величины натяжений на заданном, оптимальном уровне особенно необходимо в переходных режимах прокатки, например при переходе с заправочной скорости на рабочую. САРПФ воздействует на профиль межвалкового зазора (прокатной щели). Одним из наиболее эффективных средств регулирования в этом случае является применение устройств для противоизгиба (или принудительного изгиба) валков. САПОЖ обеспечивает подачу смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) на валки и полосу в необходимом, регулируемом количестве. Подача СОЖ ведется раздельно по зонам, выделенным по длине бочки валков. В задачу САПОЖ входит стабилизация теплового состояния валков в процессе прокатки. Для выполнения этой функции вдоль бочки валков располагаются температурные датчики. Регулирование температуры валков осуществляется с точностью ± 5 °С. «Мозгом» автоматических систем управления являются ЭВМ, которые на современных быстроходных станах составляют мощные вычислительные комплексы. Затраты на автоматизацию станов холодной прокатки окупаются за 2-3 года, не считая тех выгод, которые получает потребитель благодаря применению листовой продукции более высокого качества.

Основные характеристики и требования к готовому изделию.

Технические условия на тонколистовой холоднокатаный прокат из малоуглеродистой качественной стали определены в ГОСТ 9045-80. В соответствии этому стандарту прокат изготавливается из малоуглеродистой качественной стали марки 08Ю со следующим химическим составом представленным в таблице 1.1. В зависимости от назначения холоднокатаной стали к ней предъявляют различные требования, в том числе требования соответствующей отделки ее поверхности. Эти требования оговорены соответствующими стандартами и техническими условиями. Так для тонколистовой качественной малоуглеродистой стали по ГОСТ 9045-80 установлены три группы отделки поверхности. При первой группе отделки поверхности, высшей по качеству, на лицевой стороне листа поверхностные дефекты не допускаются. На поверхности листов II и III групп отделки допускаемые дефекты не должны превышать величину половины допуска, возможны только легкая рябизна, мелкие царапины, отпечатки и навары от валков.

Элемент	Массовая доля элементов, %
углерод, не более	0,07
марганец	0,2-0,35

сера, не более	0,025
фосфор, не более	0,02
алюминий	0,02-0,07
кремний, не более	0,01
хром, не более	0,03
никель, не более	0,06
медь, не более	0,06

Таблица 1.1 – Химический состав стали марки 08Ю

Высокое качество поверхности холоднокатаного металла во многом предопределяется состоянием поверхности горячего проката именуемого подкатом. Поэтому стандартом на подкат качественной углеродистой горячекатаной стали по предусмотрены две группы состояния поверхности стали: группа повышенной и группа нормальной отделки.

Сортаментным стандартом на холоднокатаную рулонную сталь по предусматривается поставка ленты шириной от 200–2300 мм и толщиной 0,2–4 мм. Действующими стандартами оговорены допуски по толщине листа и разнотолщинности в зависимости от габаритов ленты. В отдельных случаях техническими условиями оговорены и более жесткие допуски, чем в стандартах. Рядом стандартов и технических условий оговариваются требования к холоднокатаной стали, основанные на способности металла к вытяжке. Так по ГОСТ 914–56 на тонколистовую качественную малоуглеродистую сталь по способности металла к вытяжке определяют три группы: ВГ – весьма глубокой вытяжки, Г – глубокой вытяжки и Н – нормальной вытяжки. Этим стандартом для соответствующей группы вытяжки предусматриваются требования к величине зерна, полосчатости микроструктуры, механическим свойствам и испытанию на выдавливание по Эриксену.

Рулонный прокат допускается изготавливать с катаной и обрезной кромкой. На кромках не должно быть расслоений и торцевых трещин, видимых невооруженным глазом. Прокат в рулонах не должен иметь кромок, загнутых под углом 90° и более, а также скрученных и смятых концов. Металл изготавливается в дрессированном состоянии. Тонколистовой прокат должен

подвергаться испытанию на выдавливание. Прокат должен быть термически обработанным (вид термической обработки устанавливается изготовителем). Полоса должна быть смазана с обеих сторон слоем нейтральной смазки.

Выбор структурной схемы технологического процесса производства холоднокатаной стальной полосы

Исходя из анализа технологического процесса холоднокатаного производства проведенного в предыдущем разделе, а также учитывая характеристики и требования к готовому изделию, примем следующую схему технологического процесса, изображенную на рисунке 1.2. Первой операцией холодной прокатки является очистка поверхности листов от окалины, чтобы она не вдавливалась при холодной прокатке в металл и валки и термическая обработка с небольшим нагревом. Травление осуществляется в растворе соляной кислоты, это имеет преимущества перед травлением в растворе серной кислоты, так как улучшается качество поверхности полосы, снижаются затраты на травку и происходит незначительный, но полезный нагрев.

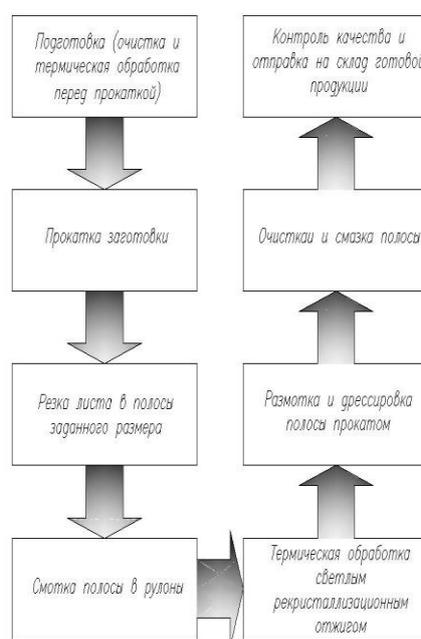


Рисунок 1.2 – Технологическая схема производства холоднокатаной полосы

Прокатка на непрерывном прокатном стане осуществляется для получения тонкого листа толщиной 1,0–3,9 мм. Далее лист поступает на оборудование для резки, где раскраивается на полосы заданного размера. С целью повышения производительности стана и технологических агрегатов прокатку и отделку полосы осуществляют рулонным способом, т.е. полоса после резки она сматывается в рулоны. Готовый прокат подвергается светловому

рекристаллизационному отжигу для устранения наклепа и достижения требуемых механических (предел текучести, относительное удлинение) и технологических (штампруемость) свойств. Отжиг производится в непрерывных печах, это ускорит процесс производства стали, так как полоса по всей длине будет иметь одинаковые механические свойства. Это обеспечивается одинаковыми условиями нагрева и охлаждения. Также при непрерывном отжиге исключается опасность слипания витков рулона и наблюдается некоторое уменьшение коробоватости и волнистости полосы, получающихся при холодной прокатке. Температура отжига 700°C, защитная атмосфера 5% H₂, а остальное азот, скорость движения полосы 1,6 м/с.

Затем осуществляется дрессировка – холодная прокатка полосы с величиной относительной деформации 1%, с целью улучшения поверхности стали, имеющей после горячей прокатки и травления много неровностей, а также для создания поверхностного упрочнения (наклепа), что имеет существенное значение для листов, подвергаемых в дальнейшем холодной штамповке, так как при недостаточно жесткой поверхности металла на ней могут появиться линии сдвига. После дрессировки полоса проходит очистку и смазку, и пройдя контроль качества отправляется на склад готовой продукции.

Исследование принципов работы и Анализ устройства основного технологического оборудования принятой прокатной схемы Холодная прокатка стальной полосы на отечественных заводах осуществляется на одноклетьевых реверсивных, трехклетьевых и пятиклетьевых непрерывных и многовалковых станах.

Обязательным условием прокатки стальной полосы является наличие мощного прокатного оборудования пятиклетьевых непрерывных либо одноклетьевых многовалковых станов и применение высокоэффективных технологических смазок. Сопоставление данных о силовых условиях деформации малоуглеродистой стали на различных станах при относительно одинаковых условиях прокатки позволяет сделать вывод, что при увеличении содержания кремния в стали значительно повышается сопротивление металла деформации. Удельное давление металла на валки при холодной прокатке стали с содержанием 4% Si; в четыре раза, а с содержанием 3,5 Si в 2,5 раза больше, чем при прокатке стали 1% Si.

Принятые при холодной прокатке стали интенсивные обжатия в первом пропуске (35–45%) в результате значительной деформации обеспечивают нагрев полосы до 100–150 °С, что благоприятно влияет на процесс прокатки рулона в последующих пропусках, так как нагрев полосы до такой температуры (в результате деформации) приводит к значительному снижению сопротивления деформации при прокатке.

Исходя из технических условий на стальную полосу, к использованию в

автоматической линии прием пяти клетьевого стан холодной прокатки марки 1200

Травильные агрегаты металлургической промышленности.

Перед прокаткой полоса проходит травление, которое осуществляется в растворе соляной кислоты, что имеет следующие преимущества перед травлением в растворе серной кислоты: лучшее качество поверхности полосы после травления; уменьшение потерь металла при травлении на 25%; снижение стоимости травления (соляная кислота дешевле серной); повышение интенсивности растворения окалина в 1,6-2 раза; значительное снижение расхода кислоты. Концентрация раствора соляной кислоты 15%, температура травления 90°C. Для обезжиривания полосы после холодной прокатки могут быть применены различные способы, в том числе электролитический, химический, ультразвуковой. Процедура травления в большинстве своем происходит в непрерывных травильных агрегатах. Эти агрегаты предназначены для удаления окалина с поверхности горячекатаных полос углеродистых, низколегированных и электротехнических сталей в кислотном растворе непрерывным способом. Для сокращения времени на вспомогательные операции и обеспечения максимальной производительности в агрегате, как правило, установлены два разматывателя и две моталки. Однако все операции по загрузке рулонов, задаче полосы в агрегат и выдаче готовых рулонов механизированы и требуют присутствие рабочего персонала.

Очистка поверхности полосы от окалина производится в плоских ваннах травления, состоящих из нескольких секций, в вихревом потоке раствора соляной кислоты. Подача раствора в ванны обеспечивается высокопроизводительными насосами из баков через теплообменники.

При остановках агрегата раствор в течение 3-4 минут сливается в циркуляционные баки. Ванна промывки каскадного типа обеспечивает требуемую чистоту поверхности полосы перед сушкой.

Технологическая часть агрегата, как правило, имеет замкнутый цикл и обеспечивает минимальные расходы кислоты, теплоносителей и промывной воды. Кроме того в агрегате предусмотрена установка машины правки изгибом с растяжением, которая обеспечивает разрушение слоя окалина перед травлением и улучшает плоскостность полосы.

Однако центрирование полосы по оси агрегата обеспечивается вручную, что может повлечь задиры кромки листа или полосы. Ввиду данного недостатка для обрезки боковых кромок полосы используются дисковые ножницы с поворотными платформами для быстрой смены инструмента. Оборудование хвостовой части травильного агрегата обеспечивает промасливание полосы с минимальным расходом масла и отличное качество смотки рулонов.

Устройства непрерывной подачи стальной полосы.

В качестве универсальных устройств подачи рулонной ленты применяются роликовые и валковые подающие устройства. Они работают в комплексе с устройствами для сматывания рулона, правки, очистки, резки и наматывания отходов на катушку. К устройствам подачи непрерывного материала предъявляются требования по обеспечению заданной точности подачи, которая зависит от ускорения, развиваемого захватным органом. При ускорении до 10 м/с^2 точность подачи составляет $\pm(0,1-0,2)$ мм. Для повышения точности подачи дополнительные конструктивные элементы – шаговые ножи и ловители – это позволяет довести точность подачи до $\pm(0,03-0,05)$ мм.



Рисунок 2. – Классификация подающих устройств для ленты
Подающие устройства классифицируются по следующим признакам:

- 1) по способу захвата материала.
- 2) по способу воздействия на материал.
- 3) по типу привода.

Привод подачи должен быть строго синхронизирован с работой прокатного стана, это можно реализовать при помощи привода от оси разматывателя. Особенность работы привода заключается в том, что перемещение материала должно осуществляться только после того как пуансоны и ловители выйдут из материала и съемник снимает ленту с пуансонов, а перемещение материала должно закончиться до того как ловители или пуансоны войдут в материал. На линиях прокатки широкополосного листа применяются подачи с индивидуальным приводом. Такие подачи осуществляют перемещение

материала с шагом 600–2400 мм. В них отсутствуют преобразующие механизмы, а требования к точности шага значительно ниже. Конструктивные особенности подач рассматриваются подробно при выполнении лабораторных работ.

Непрерывные станы холодной прокатки и дрессировки стальной полосы.

Современные непрерывные станы холодной прокатки являются основными агрегатами в комплексе оборудования, предназначенного для получения тонкого листа. Для рассмотрения принятой схемы производства, и более глубокого изучения принципа работы основного оборудования, рассмотрим пятиклетевой стан марки 1200, предназначенный для прокатки горячекатаных травленных листов из малоуглеродистых сталей с высоким пределом прочности.

Ширина полосы, мм.	700..1250
Толщина полосы, мм.	1,6..4,5
Толщина готовой продукции, мм.	0,2..2,5
Диаметр рулона, мм.	До 2200
Масса рулона, т.	До 30
Скорость прокатки, м/с.	До 20
Давление прокатки, тс.	2000
Мощность рабочих клеток №1-5, кВт	2500
Производительность стана, тыс. т/год	750..1100
Масса оборудования, т.	4600

Таблица 1.2 – Технические характеристики прокатного стана марки 1200

Конструктивные особенности:

- 1) головная часть стана имеет двухпозиционную схему загрузки, двухголовчатый разматыватель с удлиненными головками. Все операции по транспортировке рулонов, отгибке и задаче переднего конца в стан механизированы;
- 2) рабочие клетки “кватро” оборудованы гидравлическим нажимным устройством, механизмом установки валков на уровне прокатки, механизмами перевалки опорных и рабочих валков, противогибом и дополнительным изгибом рабочих валков. В клетях № 1, 2, 3, 4 установлены многозонные коллекторы системы охлаждения, в 5-ой клетки – коллекторы с точечным охлаждением. Привод первой клетки — групповой, клеток 2, 3, 4, 5 – индивидуальный. Моталка стана имеет 4-х сегментный барабан с откидной опорой замкнутого типа;
- 3) управление станом и функциями осуществляется вручную.

Ориентировочный расчет деформационного и скоростного режимов прокатки

Конечная толщина полосы 1 мм достигается в результате обжатия подката во всех клетях стана на 75%. Суммарное обжатие распределено так:

- 1) 1й проход 30% не максимальное, т.к. опасаются разнотолщинности подката;
- 2) 2й проход 40% максимальное пока нет наклепа;
- 3) 3й проход 30%;
- 4) 4й проход 15% меньше, чтобы улучшить плоскостность.

Толщина полосы до прокатки составляет:

$$h_0 = 100h_k / (100 - 75) = 100 \cdot 1 / (100 - 75) = 4 \text{ мм}$$

$$1 \text{й проход: } (4 - h_1) \cdot 100\% / 4 = 30\% \Rightarrow h_1 = 2,8 \text{ мм;}$$

$$2 \text{й проход: } (2,8 - h_2) \cdot 100\% / 2,8 = 40\% \Rightarrow h_2 = 1,7 \text{ мм;}$$

3й проход: $(1,68-h_3) \cdot 100\%/1,68=30\% \Rightarrow h_3=1,2$ мм;

4й проход: $h_4=1,0$ мм.

Исходные данные:

$L_0=1700$ мм; $h_k=1$ мм; $b_k=1100$ мм.

Исходная заготовка:

$h_0=4$ мм; $b_0=1100$ мм; $G_{рул.}=30$ т; $V_{max}=25$ м/с; $V_{раб}=20$ м/с; $\varepsilon\Sigma=75\%$.

$L_k=G_{рул.}/\rho \cdot S_k=30/7,85 \cdot 1,1 \cdot 0,001=3474,23$ м,

$L_0=3474,23/4=868,55$ м.

Таблица 2. – Характеристики режимов прокатки

проход	h_{i-1}	h_i	$\varepsilon, \%$	Δh	$\eta=\mu$	L_{i-1}	L_i
1	4,0	2,8	30	1,2	1,43	868	1242
2	2,8	1,7	40	1,1	1,67	1242	2074
3	1,7	1,2	30	0,5	1,43	2074	2966
4	1,2	1,0	15	0,2	1,18	2966	3474

Расчет работы прокатного стана во времени

Прокатка на стане включает в себя следующие временные отрезки:

t_1 - установка рулона на разматыватель;

t_2 - отгиб и подача переднего конца к 1й клетки;

t_3 - прокатка на заправочной скорости;

t_4 - разгон стана до рабочей скорости;

t_5 - прокатка на рабочей скорости;

t_6 - торможение стана до скорости пропускания заднего конца;

t_7 - прокатка на скорости пропускания заднего конца;

t_8 - снятие рулона с моталки.

$$t_1=30 \text{ с}; t_2=20 \text{ с};$$

$$t_3=L_{1-2}/V_{1занп} L_{2-3}/V_{2занп} L_{3-4}/V_{3занп} L_{4.мот}/V_{4занп} \pi \cdot D_{б.м} \cdot n/V_{ч.мот}$$

$$F_1 V_1 = F_2 V_2 = F_3 V_3 = F_4 V_4;$$

$$V_3 = V_4 / \mu_4 = V_4 / \eta_4;$$

$$\eta = 1 / (1 - \varepsilon).$$

Коэффициенты высотной деформации по проходам:

$$\eta_1 = 1 / (1 - 0,3) = 1,43;$$

$$\eta_2 = 1 / (1 - 0,4) = 1,67;$$

$$\eta_3 = 1 / (1 - 0,3) = 1,43;$$

$$\eta_4 = 1 / (1 - 0,15) = 1,18;$$

$$V_{3занп} = V_{4занп} / \mu_4 = 1,5 / 1,18 = 1,27 \text{ м/с};$$

$$V_{2занп} = 1,27 / 1,43 = 0,89 \text{ м/с};$$

$$V_{1занп} = 0,89 / 1,67 = 0,53 \text{ м/с};$$

$$t_3 = 4,5 / 0,53 + 4,5 / 0,89 + 4,5 / 1,27 + 7 / 1,5 + 3,14 \cdot 0,8 \cdot 2 / 1,5 = 25,1 \text{ сек};$$

$$t_4 = (V_p - V_{4занп}) / a;$$

$$a = 1 \text{ м/с};$$

$$t_4 = (20 - 1,5) / 1 = 18,5 \text{ с};$$

$$t_6=(V_p - V_{4занп})/b=(20 - 1,5)/2=9,25 \text{ с};$$

$$b=2 \text{ м/с};$$

$$t_7=L_{1-2}/V_{1занп} L_{2-3}/V_{2занп} L_{3-4}/V_{3занп} L_{4-мом}/V_{4занп};$$

$$t_7=4,5/0,53 \ 4,5/0,89 \ 4,5/1,27 \ 7/1,5=21,76 \text{ с};$$

$$t_8=30 \text{ с};$$

$$t_5=L_n \text{ раб}/V_{\text{раб}};$$

$$L_n \text{ занп}=V_{4занп}(t_3 \ t_7)=1,5(25,1 \ 21,76)=70,29 \text{ м};$$

$$L_n \text{ ускор}=L_n \text{ замедл}=(V_p \ V_{4занп})(t_4 \ t_6)/2=(1,5 \ 20) \cdot (18,5 \ 9,25)/2=298,31 \text{ м};$$

$$L_n \text{ раб}=L_k - L_n \text{ занп} - L_n \text{ ус-зам}=3474 - 70,29 - 298,31=3204,4 \text{ м};$$

$$t_5=3205/20=160,25 \text{ с};$$

$$T_{\text{ц}}=\sum t_i = 30 \ 20 \ 25,1 \ 18,5 \ 160,25 \ 9,25 \ 21,76 \ 30 = 314,86 \approx 315 \text{ с};$$

$$T_p=T_{\text{ц}} - T_{\text{перекр}}=314,86 - 30 - 20=264,86 \text{ с}.$$

Расчет электрических и нагревательных элементов линии

Источником тепла в печи являются электронагреватели.

Общая установочная мощность электронагревателей составляет 6600 кВт.

Мощность одного электронагревателя 240 кВт: $P_{НОМ}=240 \text{ кВт}$

Так как мощность печи превышает 15 кВт, то печь конструируют трехфазной.

Мощность одной фазы определяется по формуле:

$$P_{\phi}=P_H/3=240/3=80 \text{ кВт},$$

где P_{ϕ} - мощность одной фазы;

P_H - мощность одного электронагревателя.

Фазовое напряжение на концах нагревателя:

$$U = U/3 = 380/3 = 220 \text{ В.}$$

Сила тока проходящего через нагреватель:

$$I = 10^3 P_{\phi} / U_{\phi} = 10 \cdot 80 / 220 = 363.6 \text{ А.}$$

Сопротивление электронагревателей:

$$R_{\phi} = U_{\phi}^2 / 10^3 P_{\phi} = 220^2 / 10^3 \cdot 80 = 0.6 \text{ Ом.}$$

Выбираем ленточный электронагреватель. Нагревательные элементы должны обеспечивать бесперебойную длительную службу при заданном тепловом режиме. Поэтому необходимо выбирать материал в зависимости от максимальной температуры нагрева и характера среды. Для стали марки 08Ю ориентировочная толщина ленты определяется по следующей формуле:

$$a = 10^3 \cdot P_{\phi}^2 \cdot \rho / 2m \cdot (m-1) \cdot U_{\phi}^2 \cdot \nu,$$

где $\rho = 1,31 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ - удельное сопротивление материала;

$\nu = 0,7 \text{ Вт}/\text{см}^2$ - удельная поверхностная мощность нагревателя;

$m = 8-12$ - отношение ширины ленты к ее толщине, выбираем $m = 12$;

$$a = 10^5 \cdot 80^2 \cdot 1,31 / 2 \cdot 12(12-1) \cdot 220^2 \cdot 0,7 = 1,4 \text{ мм.}$$

Округляем полученное значение до ближайшего справочного $a = 1,2 \text{ мм}$.

Длина нагревателя определяется по формуле:

$$L_1 = R \cdot a \cdot b / \rho = 0.6 \cdot 1,2 \cdot 38.4 / 1.31 = 36.26 \text{ м.}$$

Длина трех нагревателей:

$$L_{\text{общ}} = l_1 \cdot 3 = 36,26 \cdot 3 = 108,78 \text{ м.}$$

Масса трех нагревателей:

$$G = a \cdot b \cdot l_{\text{общ}} \cdot \gamma \cdot 10^3,$$

где $\gamma = 8,4 \text{ г/см}^3$ – плотность.

$$G = 1,2 \cdot 38,4 \cdot 168,84 \cdot 8,4 \cdot 10^{-3} = 174,28 \text{ кг.}$$

Проверяем поверхностную нагрузку:

$$v = 50 \cdot P_{\phi} / (a \cdot b) \cdot l_1 = 50 \cdot 80 / (1,2 \cdot 38,4) \cdot 36,26 = 0,7.$$

Сравнивая поверхностную нагрузку, рассчитанную со справочной допустимой видно что она находится в пределах допустимой.

Ленточные элементы сопротивления располагаются обычно зигзагом на стенках, своде и поде печи. Расстояние внутри зигзагов $\wedge P$ принимаем 17 мм. Высоту зигзагов B принимаем равной 200 мм., тогда высота зигзага составит $A = 183$ мм, а шаг зигзага $I = 34$ мм.

Длина одного зигзага:

$$L_{\text{зигзага}} = 2\pi \cdot P \cdot 2 \cdot A, \text{ мм.}$$

$$L_{\text{зигзага}} = 2\pi \cdot 17 \cdot 2 \cdot 183 = 419 \text{ мм.}$$

Число зигзагов:

$$N = (1 \cdot 10^3 - 2_{\text{вывода}}) / L_{\text{зиг}}.$$

где $L_{\text{вывод}} = c \cdot 100$, мм;

c - толщина стенки печи ($c = 375$ мм.)

$$N = (127,4 \cdot 10^3 - 2(375 \cdot 100)) / 419 = 302$$

Длина нагревательного элемента свернутого зигзагом L :

$$L=I \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ м.}$$

$$L=34 \cdot 302 \cdot 10^{-3}=10,268 \text{ м.}$$

Тепловой расчет печи рекристаллизационного отжига

Тепловой расчет термической печи сводится к определению расхода тепла, мощности печи коэффициента полезного действия.

Расход тепла определяется по формуле:

$$Q_{расх} = Q_{ме} + Q_{кл} + Q_{нп},$$

где $Q_{ме}$ - тепло идущее на нагрев металла;

$Q_{кл}$ - тепло теряемое в окружающее пространство через кладку печи (свод, стена, под);

$Q_{нп}$ - прочие не учтенные потери.

Тепло идущее на нагрев металла вычисляется по формуле:

$$Q_{ме} = G(c_2 t_k - c_1 t_n),$$

где G - производительность печи,

t_k, t_n - начальная и конечная температура металла;

c_1, c_2 - удельные теплоемкости соответственно t_n, t_k .

$$G = m / \tau_{нагр},$$

^

где m - масса металла находящегося в камере нагрева;

$\tau_{нагр}$ - время нагрева.

$$m = V \cdot \rho,$$

где V - объем металла находящегося в камере нагрева;

$\rho=7,8 \text{ кг/м}^3$ -плотность металла.

$$V=a \cdot b \cdot l,$$

где a - толщина полосы;

b -ширина полосы;

l -длина камеры нагрева.

$$V=0,5 \cdot 1065 \cdot 3350=878387,50 \text{ мм}^3=0,0178 \text{ м}^3$$

$$M=0,0178 \cdot 7,8=0,1388=138,8 \text{ кг}$$

Время нагрева определяется как одна минута на миллиметр сечения.

$$\tau_{нагр.}=1 \cdot 0,5=0,5 \text{ мин}=30 \text{ сек.}$$

Производительность печи:

$$G=138,6/30=4,63 \text{ кг/сек.}$$

Тепло идущее на нагрев металла:

$$Q_{Me}=4,63 \cdot [0,653(800-273) \cdot 0,47(20-273)]=2607 \text{ кВт};$$

$$C_1=0,47 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}, \text{ при } t=20^0\text{C};$$

$$C_2=0,653 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}, \text{ при } t=800^0\text{C}.$$

Тепло теряемое в окружающее пространство через кладку печи:

$$Q_{кл} = Q_{ст} + Q_{под} + Q_{свод},$$

где $Q_{ст}$ - потери тепла через стены;

$Q_{под}$ - потери тепла через под;

$Q_{свод}$ - потери тепла через свод.

Исходные данные для расчета потерь через кладку:

1. Температура внутренней поверхности стенки t_k , равной температуре печи, $^{\circ}\text{C}$;
2. Температура окружающего воздуха в термическом отделении t_{θ} , $^{\circ}\text{C}$;
3. Температура на границе первого и второго слоя кладки t_1 , $^{\circ}\text{C}$;
4. Температура на границе второго и третьего слоя кладки t_2 , $^{\circ}\text{C}$;
5. Температура наружной поверхности стенки t_3 , $^{\circ}\text{C}$;
6. Толщина слоев:
внутренний- S_1 ; средний- S_2 ; наружный- S_3 ;
7. Коэффициент теплопроводности слоев при 0°C - $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, Вт/(м·к);
8. Коэффициент температурного измерения теплопроводности слоев - B_1, B_2, B_3 , Вт/(м·с).

Расчет плотности теплового потока методом последовательного приближения и температур t_1, t_2, t_3 на границах слоев кладки выполняем на ЭВМ по программе.

Свод: $t_1=506^{\circ}\text{C}$; $t_2=300^{\circ}\text{C}$; $t_3=55^{\circ}\text{C}$; $q_1=331$ Вт/м²;

Стены: $t_1=599^{\circ}\text{C}$; $t_2=322^{\circ}\text{C}$; $t_3=59^{\circ}\text{C}$; $q_2=362$ Вт/м²;

Под: $t_1=505^{\circ}\text{C}$; $t_2=279^{\circ}\text{C}$; $t_3=53^{\circ}\text{C}$; $q_3=304$ Вт/м².

Потери тепла через свод:

$$Q_{св} = q_{св} \cdot F_{св} \cdot 10^{-3};$$

$$F_{св} = L \cdot B = 192 \cdot 9 = 1728 \text{ м}^2;$$

$$Q_{св} = 331 \cdot 1728 \cdot 10^{-3} = 571.9 \text{ кВт}.$$

Потери тепла через стены:

$$Q_{ст} = q_{ст} \cdot F_{ст} \cdot 10^{-3};$$

$$F_{cm}=2LH=2\cdot 192\cdot 8.5=3264\text{м}^2;$$

$$Q_{cm}=362\cdot 3264\cdot 10^{-3}=1181,6\text{ кВт.}$$

Потери тепла через под принимаем $0,75Q_{cm}$.

$$Q_{под}=0,75Q_{cm}=1181,6\cdot 0,75=886,2\text{ кВт};$$

$$Q_{кл} = Q_{ме} Q_{св} Q_{под}=1181,6\ 571,9\ 886,2=2639,7\text{ кВт.}$$

Неучтенные потери принимаем 10% от $Q_{кл}$:

$$Q_{н.п.}=2639,7\cdot 0,1=263,97\text{ кВт};$$

$$Q_{расх}=Q_{ме} Q_{кл} Q_{н.п.};$$

$$Q_{расх}=2607\ 2639,7\ 263,97=5510,67\text{ кВт.}$$

Мощность печи:

$$P_{расх}=\sum Q_{расх};$$

$$P_{расх}=5510,67\text{ кВт.}$$

Коэффициент полезного действия:

$$\eta=Q_{ме}/\sum Q_{расх}\cdot 100\%;$$

$$\eta=2607/5510,67\cdot 100\%=48,8\%.$$

Расчет количества оборудования

Расчет оборудования производится на основании производственной программы, спроектированного технологического процесса прокатки и термической обработки, режима работы отделения и фонда времени оборудования.

Полный календарный фонд времени равен:

$$T=365 \cdot 24=8760 \text{ часов.}$$

Так как характер работы непрерывный, то календарный фонд равен номинальному:

$$\Phi_n=8760 \text{ часов.}$$

Действительный фонд времени равен тому времени, которое может быть полностью использовано для производства. По характеристике агрегатов:

$$\Phi_d=7000 \text{ часов.}$$

Таким образом потери времени на простом оборудовании, связанные с его ремонтом и наладкой $t_{\text{потерь}}=\Phi_n-\Phi_d=1760$ часов, что составляет приблизительно 20% от Φ_n .

Задолженность оборудования составит:

$$Z=W/Q, \text{ ч}$$

где W -годовая программа, кг $W=120000000$ т;

Q -часовая производительность оборудования? $Q=53125 \text{ т/г}=7589 \text{ кг/ч.}$

$$Z=120000000/7589=33812 \text{ ч;}$$

Количество единиц оборудования:

$$N_p=z/\Phi_d, \text{ шт;}$$

$$N_p=33812/7000=4,23, \text{ принимаем } n=5.$$

Коэффициент загрузки:

$$k_3=n_p/n \cdot 100 \text{ \%};$$

$$k_3=4,23/5 \cdot 100\%=81\%, \text{ что удовлетворяет условию } 75\% < k_3 < 85\%.$$

Определение количества и типов приборов контроля

Для регулирования технических процессов прокатки и термообработки будут применены программируемые микропроцессорные контроллеры, которые будут регулировать по заданной программе различные технологические параметры (температуру, давление, расход газа и т.п.).

Измерение температуры при термообработке осуществляется двумя способами:

1. контактным (при помощи термопар);
2. бесконтактным (оптическими пирометрами).

Для поддержания температуры в первой камере нагрева будут применены три ленточных нагревателя с пределом температур от 300 до 1600⁰С. Температура в камере рекристаллизационного отжига будет измеряться шестью оптическими пирометрами с диапазоном измерения от 400 до 1100⁰ С.

Особенности технологии и оборудования НШСХП

На непрерывных широкополосных станах прокатывают как рядовые углеродистые стали, так и высокоуглеродистые и легированные стали. Полосы, прокатанные на стане, должны отвечать определенным требованиям, к числу которых относятся: допустимые продольная и поперечная разнотолщинность, разноширинность и планшетность полосы; заданная структура металла, определяемая в основном температурно-скоростными режимами прокатки. В связи с этим технологический процесс на НШСХП должен протекать в весьма жестких рамках, определяемых требованиями к готовой холоднокатаной полосе:

1. температура нагрева полосы в печах находится в пределах 425-650⁰С с допускаемыми отклонениями ± 25 °С по длине полосы;
2. температура конца прокатки находится в пределах 250-425 °С с допускаемыми отклонениями ± 15 °С в зависимости от толщины полосы и марки стали;
3. точность поддержания заданной температуры $\pm 10-15$ °С;
4. температура смотки находится в пределах 120-130⁰С;
5. допускаемая величина среднеквадратичного отклонения толщины полосы от заданного значения составляет 0,01 мм;
6. допустимая разноширинность составляет $\pm 1,5$ мм.

Эти показатели могут быть обеспечены только применением комплексной автоматизации технологического процесса, включающий:

- систему автоматического управления скоростным режимом;
- систему автоматического регулирования натяжения полосы между клетями (САРН);
- систему автоматического регулирования толщины полосы (САРТ).

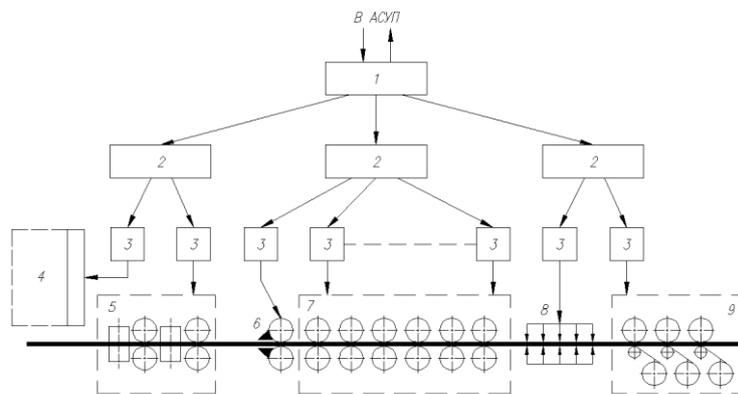


Рисунок .2 – Структурная схема АСУ ТП широкополосного стана холодной прокатки.

1 – ЭВМ планирования и оперативного управления, сбора и обработки производственной информации, слежения за металлом вдоль линии стана; 2 – Микропроцессорные контроллеры; 3 – локальные системы автоматического регулирования; 4 – нагревательные печи; 5 – черновая группа клетей; 6 – летучие ножницы; 7 – чистовая группа клетей; 8 – система охлаждения полосы; 9 – моталки.

Для управления отдельными механизмами и технологическими участками применяются «локальные системы автоматического регулирования», которые будут выполнены на цифровых элементах. Для управления электро- и гидроприводами механизмов будут применены ЭВМ и микропроцессорные контроллеры в режиме прямого цифрового управления, а локальные САР будут использованы в качестве резерва. Системы автоматического регулирования совместно с датчиками технологического контроля составляют нижний уровень автоматизации, управляемый от среднего уровня. На среднем уровне устанавливается несколько микропроцессорных контроллеров, обеспечивающих оптимальное и адаптивное управление станом на основе принятых моделей и критериев и полученной информации о ходе

технологического процесса, начальную настройку стана, сбор и обработку технологической информации. Верхний уровень АСУ ТП предназначен для целей планирования и оперативного управления производством, для сопровождения металла по линии стана, идентификации полос и управления ритмом прокатки, а также для сбора и обработки производственной информации. ЭВМ верхнего уровня связана с АСУП цеха и завода и в ряде случаев может выполнять функции, принадлежащие низшей ступени иерархии АСУП. Применение нескольких вычислительных машин как на низшем, так и на среднем уровнях АСУ ТП соответствует современной тенденции внедрения децентрализованных систем управления. Их появление и развитие обусловлено как усложнением объектов управления, так и повышением требований к надежности систем.

Автоматическое регулирование толщины полосы

Технологической особенностью работы непрерывных широкополосных станов является продольная разнотолщинность при прокатке полосы, которая обуславливается следующими основными причинами:

- 1) колебанием толщины и температуры подката, входящего в черновую группу клетей (ЧГК);
- 2) температурным клином, расположенным по длине полосы, который образуется из-за большого охлаждения заднего конца полосы на промежуточном рольганге в процессе прокатки;
- 3) прокаткой переднего и заднего концов полосы при напряженном состоянии металла между клетями (без натяжения);
- 4) наличием эксцентриситета валков.

Все эти причины, влияющие на толщину полосы при выходе полосы из клетки, сказываются на изменение величины давления металла на валки, а следовательно, на изменение упругой деформации клетки стана, приводящей к изменению зазора между валками.

В системах автоматического регулирования толщины полосы применяют косвенное измерение толщины полосы с использованием функциональных зависимостей от конструктивных и технологических величин, однозначно определяющих толщину полосы. Методы непосредственного измерения толщины полосы после выходы из клетки стана при помощи различных микрометров обладают принципиальным недостатком для систем автоматического регулирования, заключающимся в транспортном запаздывании, т.е. измерении толщины после окончания деформации в валках.

Такое транспортное запаздывание существенно снижает предел устойчивости, быстродействие и точность работы автоматической системы.

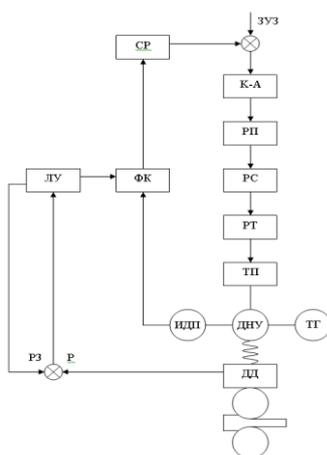
С учетом деформации клетки выходная толщина полосы из клетки стана определяется уравнением Симса-Головина:

$$h = S_0 + K \Delta P,$$

где h - выходная толщина полосы после прокатки;

S_0 - величина установленного зазора между валками;

K - передаточный коэффициент упругости клетки;



P - давление металла на валки.

Рисунок 4. – Структурная схема косвенного регулятора толщины полосы

Двигатель нажимного устройства ДНУ получает питание от тиристорного преобразователя (ТТ) по системе подчиненного регулирования.

При этом регулятор положения РП имеет цифровой контур сравнения задания установки зазора (ЗУЗ) и выхода счетчика реверсивного (СР). Цифровая установка задания преобразуется в аналоговую величину

преобразователем код-аналог (К-А). Обратная связь по положению нажимных винтов обеспечивается импульсным датчиком положения (ИДП), подающим сигналы через формирователь-ключ (ФК) и счетчик реверсивный на узел сравнения, и система обрабатывает заданное положение нажимных винтов.

Установка зазора в условный нуль обеспечивается логическим устройством (У). При этом ФК не пропускает импульсов от датчика ИДП в счетчик СР. При вхождении металла в валки ФК начинает пропускать импульсы от ИДП, а сравнение заданного давления металла P_3 и фактического P через логическое устройство и счетчик реверсивный вносит необходимую корректировку для изменения зазора между валками в соответствии с уравнением Симса-Головина. Косвенный регулятор толщины в силу большого числа разнообразных возмущений, изменяющих давление металла на валки, не может обеспечить высокую точность регулирования толщины на выходе стана. Поэтому современные САРТ, помимо основного регулятора толщины, устанавливаемого на каждой клетке, имеют корректирующий канал прямого регулирования толщины в функции сигнала рентгеновского толщиномера, устанавливаемого за последней клетью. Для более равномерного распределения нагрузок на стане коррекция одновременно проводится в 4-6 клетях. Обычно система прямой коррекции имеет два канала регулирования –

быстродействующий, корректирующий ошибку в двух последних клетях стана, и медленно действующий, корректирующий ошибку в четырех первых клетях стана.

При прокатке переднего и заднего концов полосы отсутствует натяжение. И это приведет к увеличению толщины металла. Для устранения этого дефекта регулятор толщины при прокатке переднего и заднего концов вводит преднамеренное изменение зазора на величину ΔS , благодаря чему уменьшается разнотолщинность. В этом случае уравнение Симса-Головина для прокатки концов полосы имеет вид:

$$h = S_0 + \frac{P}{K} - \epsilon S.$$

Система регулирования натяжения полосы в чистовой группе клетей

Возросшие требования, к качеству проката, совершенствование технологии, увеличение скоростей прокатки требует применения совершенных систем автоматизации, позволяющих регулировать отдельные технологические параметры. Наиболее важными для непрерывных листовых станов горячей прокатки является система регулирования натяжения полосы (САРН) в межклетевых промежутках и толщины полосы (САРТ). Обычно САРН является составной частью САРТ, поэтому от качества работы САРН зависит и точность проката.

САРН должна поддерживать неизменным межклетевое натяжение полосы. Натяжение необходимо для устойчивости полосы при прокатки. Для стабилизации натяжения вертикальной составляющей натяжения при прокатки с фиксированной петлей металла межклетевом промежутке. Выходной сигнал устройства воздействует на скорость смежных клетей. В этом случае поддержание постоянства натяжения определяется быстродействием системы регулирования скорости (САРС) главного привода. Поскольку быстродействие САРС ограничено, целесообразно регулировать натяжение, имея запас петли в межклетевых промежутках. В этом случае косвенное измерение и поддержание натяжения в заданном диапазоне изменений петли осуществляется с помощью рычажного петледержателя.

Петледержатель состоит из литой или сварной рамы, вращающейся вокруг горизонтальной оси. На одной стороне рамы имеется холостой ролик диаметром около 300 мм, на другой – противовес. Обычно петледержатель неуравновешен и стремится опуститься вниз. В нижнем положении рама петледержателя занимает примерно горизонтальное положение, которое определяется упором. При подъеме ролика на линии прокатки рама может

повернуться на угол $40-50^\circ$. Это положение также определяется упором.

Длина рычага петледержателя устанавливается в пределах 10% от межклетевого расстояния и обычно составляет 600 мм.

В нижнем положении петледержателя происходит заполнение металлом межклетевого промежутка. После захвата металла валками последующей клетки петледержатель поднимается и занимает рабочее положение с углом подъема $20-30^\circ$. Привод петледержателя может выполняться гидравлическим, пневматическим и электрическим. В последнем случае возможно применение редукторных и безредукторных приводов.

Гидравлические приводы являются наиболее быстродействующими, однако они имеют существенные недостатки: значительное трение в уплотнениях гидравлических цилиндров, сложную схему управления, недостаточную надежность, сложность эксплуатации. То же относится и к пневматическим петледержателям.

Основным недостатком редукторного электрического привода является значительный момент трения, создаваемый редуктором. Наиболее перспективным и широко применяющимся на современных станах горячей прокатки является безредукторный привод от электрических двигателей постоянного тока.

Петледержатели могут работать в трех режимах:

1) Петледержатель используется для измерения межклетевого натяжения по средствам измерения давления полосы на ролик петледержателя;

2) Петледержатель используется в качестве индикатора натяжения. В этом случае по величине натяжения судят по углу подъема петледержателя;

3) Петледержатель используется в качестве индикатора размеров силовой петли. В этом случае при избытке силовой петли ролик петледержателя поднимается, при этом натяжение полосы остается постоянным независимо от величины петли. Петледержатели, работающие в этом режиме, называются плавающими, астатическими или безразличными.

В современных САРН стабилизация межклетевых натяжений осуществляется с помощью астатических петледержателей. Привод этих петледержателей имеет такую функциональную зависимость между моментом

и углом поворота, при которой обеспечивается для определенного интервала углов независимость межклетевого натяжения от угла подъема петледержателя. В этом случае усилие G , создаваемое петледержателем уравнивается вертикальной составляющей натяжения и весом полосы G_{Π} , как показано на рисунке 4

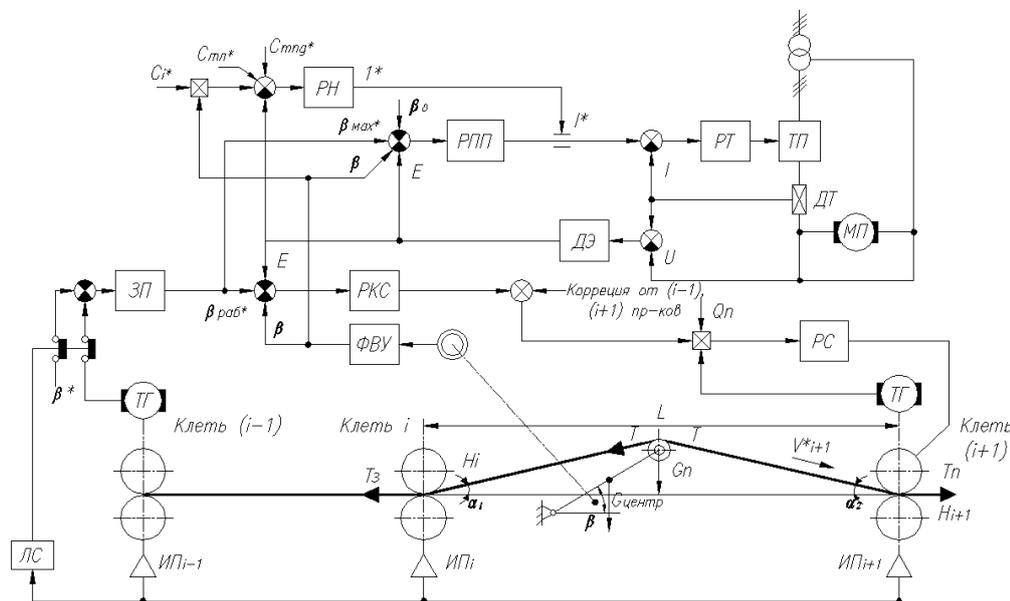


Рисунок 4. – Функциональная схема системы автоматического регулирования натяжения и петли стана холодной прокатки.

РН – регулятор натяжения; РПП – регулятор положения петледержателя; РТ – регулятор тока; ТП – тиристорный преобразователь; ДЭ – датчик ЭДС; РКС – регулятор коррекции скорости; РС – регулятор скорости электропривода клетки; ТГ – тахогенератор; ФВУ – фазовращательное устройство; ЛС – логическая схема; ИП – индикаторы полосы; ЗП – задатчик петли; МП – двигатель петледержателя

$$T(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) + G = G_{\Pi}$$

Если безразличному петледержателю задан закон изменения момента двигателя, при котором

$$G - G_{\Pi} > T(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2),$$

то петледержатель будет подниматься, а при:

$$G - G_{\Pi} < T(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2)$$

опускаться, и равновесие петледержателя не обеспечивается. Поэтому работа такого петледержателя невозможна без системы автоматического

регулирования его положения (путем воздействия на скорость двигателей смежных клетей), так как при нарушении равновесия петледержатель будет двигаться в ту или другую сторону до упора. В этом случае САРН называется системой автоматического регулирования натяжения и петли (САРН и П).

На рисунке 4. приведена функциональная схема системы для одного межклетевого промежутка, где приняты следующие обозначения:

I^* , I , E – сигналы заданного и действительного значений тока, ЭДС петледержателя;

β_0 , β^* , β - начальный, заданный и действительный углы подъема петледержателя;

T^* - заданное натяжение.

Исходное положение петледержателя – горизонтальное с превышением ролика над линией прокатки не более 20-30 мм.

В этом режиме привод петледержателя управляется по положению двухконтурной системой с регулятором тока РТ и регулятором положения петледержателя РПП.

Заданием регулятора РПП является начальный угол β_0 . В исходном положении петледержатель удерживается моментом, который создается непрерывным током, протекающим по якорной цепи, что исключает зону люфта в процессе подъема петледержателя в рабочее положение и способствует его опусканию в нижнее положение без удара об амортизационный упор.

При входе полосы в межклетевой промежуток по сигналам датчиков наличия полосы (ИП) с выхода датчика петли на вход регулятора петли подается напряжение, линейно нарастающее до величины, пропорциональной предельному углу подъема петледержателя без полосы. Одновременно выходное напряжение ЗП подается на вход регулятора коррекции скорости клетки (РКС). Установившееся значение задающего сигнала по этому входу пропорционально рабочему углу ($10 - 15^\circ$) подъема петледержателя.

В процессе прокатки петледержатель, находясь в контакте с полосой, создает усилие, определяемое уровнем ограничения РПП.

Уровень ограничения РПП определяется заданным статическим моментом, зависящем от массы полосы G_n петледержателя G заданного натяжения, и угла подъема β петледержателя над уровнем прокатки. Под действием усилия, создаваемого петледержателем, полоса отклоняется от линии прокатки, и в межклетевом промежутке образуется петля металла.

Заданная величина петли удерживается посредством воздействия на скорость соответствующей клетки в функции отклонения рычага от заданного положения. В режиме авторегулирования петли и натяжения система управления двигателем разомкнута по положению и представляет собой одноконтурную систему регулирования тока.

Важным условием успешной работы системы является поддержание устойчивого технологического состояния металла при выходе конца полосы из межклетевых промежутков. Для этого при выходе заднего конца полосы из $(i-1)$ -й клетки вход задатчика петли переключается с постоянного сигнала задания β^* на сигнал обратной полярности, пропорциональной скорости $(i-1)$ -й клетки. Выходное напряжение ЗП линейно спадает до нуля. При этом происходит одновременно плавное снижение задания на входах РПП и РКС с темпом, зависящем от скорости заднего конца полосы в предшествующем межклетевом промежутке. Задатчик петли ЗП настроен так, что к моменту выхода конца полосы из i -й клетки петледержатель следующего за ней промежутка опускается в исходное положение. Таким образом, обеспечивается поддержание натяжения на заднем конце полосы до момента выхода его из клетки. Система может быть представлена в виде двух взаимосвязанных систем регулирования – натяжения и петли.

Система автоматического точного останова стана в конце пропуска

Система автоматического точного останова стана в конце пропуска (САТО) предназначена для автоматического замедления и точного останова реверсивного стана холодной прокатки в конце каждого пропуска, начиная со второго. Кроме того, система обеспечивает снижение скорости при приближении к клетке дефекта, отмеченного оператором, следит за дефектом и разрешает разгон стана, когда дефект окажется под витком нормального металла, намотанного на моталку. Для выполнения этих задач стан оснащается импульсными датчиками ИД1, ИД2, связанными с валами двигателей обеих моталок. Еще один импульсный датчик ИД3 устанавливается на двигатель валков прокатной клетки. Сигналы от всех ИД поступают в программируемый контроллер ПК, выход которого воздействует на систему управления разгоном стана (СУРС).

Количество импульсов датчика на один оборот моталки .

Рисунок 5 датчика на двигателе валков прокатной клетки, ПК – программируемый контроллер.

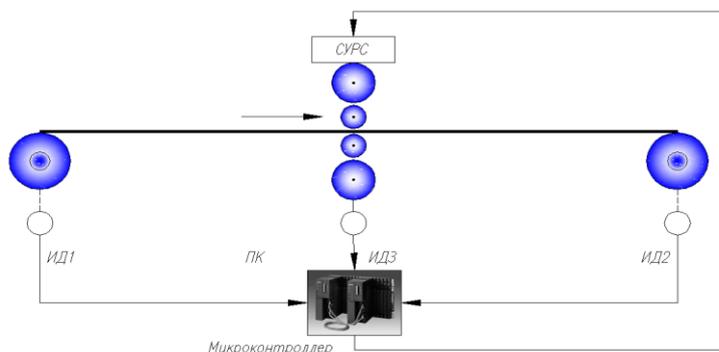


Рисунок.5

Замедление стана производится с момента, когда запас полосы на моталке равен длине, необходимой для торможения с рабочей скорости. В процессе замедления непрерывно проверяется соответствие остатка полосы текущему уровню скорости. При достижении низкой контрольной скорости замедление прекращается, и небольшая часть витка прокатывается на этой скорости. Окончательное торможение производится с этой контрольной скорости.

Точность остановки по длине полосы на разматывающей моталке составляет $s \pm 25$ мм, где s - заданная величина недоката.

Особенности технологии и оборудования НШСХП
На непрерывных широкополосных станах прокатывают как рядовые углеродистые стали, так и высокоуглеродистые

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

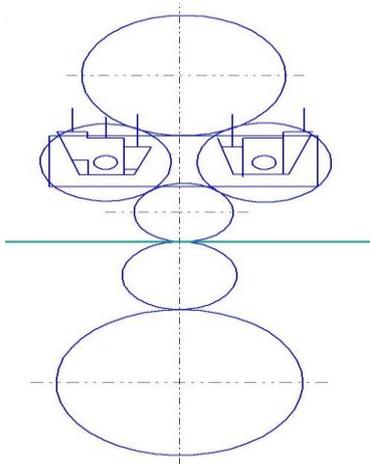
Технический процесс характеризуется непрерывным ростом автоматизации производства. Значение автоматизации технологических процессов особенно высоко потому, что основной гарантией высокого качества термообработки является точное соблюдение режима воздействия на металл, так как при термообработке сложно контролировать результаты структурного и химического изменения металла.

Автоматизация обеспечивает:

- 1) уменьшение численности рабочего персонала;
- 2) повышения производительности труда за счет расширения зон обслуживания;
- 3) более высокую экономичность агрегатов;
- 4) облегчение условий труда обслуживающего персонала; повышение качества продукции

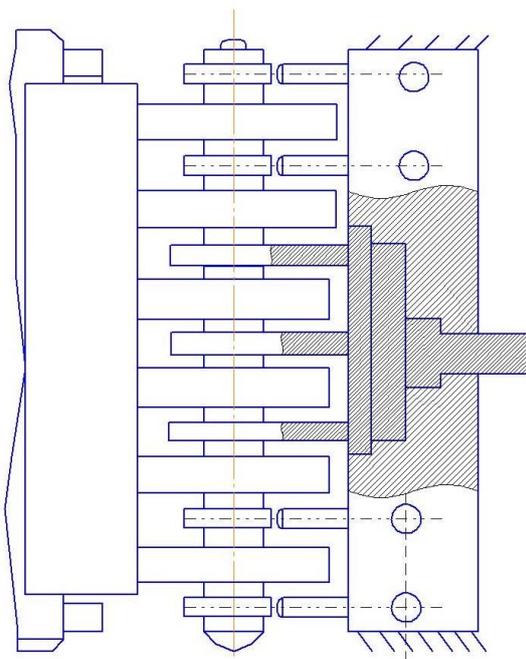
Величина упругой области различна и зависит от материала полосы, термообработки, величины упрочнения (наклепа) и др. Для малоуглеродистой стали предел текучести равен 400 МПа, соответствующая ему относительная деформация равна 0,02%, для высокоуглеродистой стали предел текучести

равен 1000 МПа, соответствующая ему относительная деформация составляет 0,5%. В основу расчета неравномерности деформации при заданном профиле подката берется поперечная форма межвалковой щели, зависящая от упругого прогиба, неравномерного по ширине полосы сплющивания рабочих валков, их износа, профилировки и др. Такой подход, основанный на сравнении профиля полосы до и после прокатки, позволяет с определенной степенью точности определить лишь неравномерность деформации по толщине полосы. Что касается неравномерности продольной деформации, то она может быть правильно определена только с учетом действительного распределения по ширине очага деформации — поперечной деформации. Принимается, что неравномерность вытяжки по ширине очага деформации при холодной прокатке приводит к появлению внутренних растягивающих и сжимающих остаточных напряжений, взаимоуравновешенных по ширине полосы. При прокатке с натяжением неравномерность вытяжки по ширине полосы приводит к неравномерному распределению натяжения по ее ширине. При существующем подходе к процессу нарушения планшетности полагают, что при плоской схеме очага деформации вся неравномерность обжатия по толщине полосы прямо пропорционально неравномерности вытяжки по ширине очага деформации. Основы энергетической теории планшетности (ЭТП) листового металла состоят в том, что поведение переднего и заднего его концов определяется характером неравномерности продольной скорости металла по толщине и ширине очага деформации в плоскостях входа и выхода из очага деформации. Кинематический критерий планшетности переднего и заднего концов полосы может быть сформулирован следующим образом. Передний и задний концы полосы будут иметь планшетную форму, если в плоскостях входа и выхода очага деформации продольная скорость металла будет равномерна в поперечном и вертикальном направлениях и параллельна оси прокатки. Процесс нарушения планшетности при прокатке обусловлен нестационарным изменением продольной скорости металла по высоте очага деформации в плоскостях входа и выхода. Известно, что волнистость полосы изменяется не только в вертикальном, но и в поперечном направлениях. Это означает, что продольная скорость металла на выходе и входе в валки нестационарно изменяется не только по толщине, но и по ширине очага деформации. Энергосиловые и кинематические параметры процесса прокатки в ЭТП определяются на основе уравнений минимума и энергобаланса процесса прокатки. При обычной прокатке полосы с прямоугольным поперечным профилем на входе и выходе из валков критическая линия будет параллельной осям рабочих валков, а эпюра продольной скорости металла на входе и выходе из валков будет равномерной по толщине и ширине полосы. Процесс прокатки будет стационарным, а концы полосы — планшетными.



Рассмотрим прокатку полосы с прямоугольным профилем подката и лучшими условиями трения по ее середине. При этом критическая точка по середине очага деформации смещается от своего первоначального состояния, соответствующего обычной прокатке, к выходу из валков, а опережение и продольная скорость металла по середине полосы становятся меньше по сравнению со своими значениями для краев полосы.

(Рисунок 6. Рабочая клеть прокатных стана) Для условий прокатки с равномерными условиями трения по ширине и для рассматриваемого случая с лучшими условиями трения по середине очага деформации условия энергоданса остаются неизменными. Критический угол, опережение и продольная скорость металла по краям полосы на выходе и входе в валки увеличиваются, то есть критическая линия изгибается против направления прокатки по ширине очага деформации. Таким образом, в плоскости выхода и входа в валки эпюра продольной скорости имеет вогнутый характер по ширине очага деформации по направлению прокатки. Различие продольных скоростей металла между краями и серединой полосы в плоскостях выхода и входа в валки и аналогичное им различие длины между краями и серединой полосы в виду целостности металла приводят к появлению на ее переднем конце пластического изгиба в виде краевой волнистости, а на ее заднем участке — к появлению пластического изгиба в виде центральной волнистости. На заднем участке полосы амплитуда центральной волнистости постепенно уменьшается и затухает на определенном расстоянии от плоскости входа. При оценке планшетности полосы в теории СТП по поперечному профилю полосы на входе и выходе из валков передний и задний концы полосы должны иметь планшетную форму. Фактически на переднем и заднем концах полосы наблюдается краевая волнистость. Следовательно, определение планшетности полосы по методу СТП приводит к неправильным результатам. При определении планшетности полосы по относительной неравномерности длины центрального и краевых участков полосы и пропорциональных им продольных скоростей металла в плоскостях входа и выхода из валков (по методу ЭТП) неравномерности продольной деформации длин и скоростей практически совпадают. Рассмотрим случай изменения кинематики процесса прокатки с неравномерными условиями деформации по ширине полосы. Вследствие большего обжатия краев полосы по отношению к середине критический угол и опережение по краям полосы увеличивается по сравнению с их величиной на менее обжимаемом срединном участке полосы, то есть критическая линия будет изгибаться по ширине очага деформации в направлении прокатки. В этом случае продольная скорость листового металла на входе в валки по середине полосы будет больше, чем по краям полосы. На выходе из валков, наоборот, продольная скорость по краям очага информации будет больше, чем посередине.



Для описанного случая изменения продольных скоростей металла по ширине полосы на входе и выходе из валков в очаге деформации имеется такое поперечное сечение, где продольные скорости для краевых и центрального участков полосы будут одинаковыми. Итак, для рассматриваемого поперечного сечения кривые продольных скоростей по краям и середине полосы будут пересекаться. В описываемом примере эпюры продольных скоростей металла по ширине полосы на входе и выходе из валков будут иметь противоположный характер. На выходе из валков эпюра продольных скоростей

(Рисунок 7. Рабочая клеть прокатного стана с регулируемым профил межвалкового.) металла вогнута по направлению прокатки, а на входе в валки она имеет выпуклую форму. Нарушение планшетности полосы на переднем и заднем ее концах будет происходить в соответствии с изменением продольных скоростей металла по ширине очага деформации на входе и выходе из валков. При большей продольной скорости по середине полосы по сравнению с ее значением по краям на переднем конце полосы будет происходить образование центральной волнистости, и наоборот — при большей продольной скорости по середине по сравнению с ее значением по краям на заднем конце полосы на участке перед валками будет происходить образование волнистости по краям полосы. Следует отметить, что при этом соотношении продольных скоростей металла на концевом участке перед валками может происходить образование складки и как следствие — появление наваров на рабочих валках и образование дефекта листового металла в виде «пореза» полосы. Изложенный выше механизм образования дефектов планшетности на участках перед и за валками позволяет объяснить влияние натяжения концов полосы на ее планшетность. Переднее натяжение, создаваемое, например, моталкой при волнообразовании по краям полосы, сосредотачивается в средней части полосы, увеличивая величину критического угла и опережение по середине очага деформации. При этом критическая линия спрямляется, продольная скорость по середине полосы увеличивается, а разность продольных скоростей на краевых и центральном участках полосы, вызывающая образование волнистости, уменьшается. Заднее натяжение сдерживает стремление центральной части полосы двигаться с большей продольной скоростью, снижает разность продольных скоростей на центральном и крайних участках полосы и тем самым препятствует образованию дефектов планшетности (волнистости) по краям полосы или продольной складки листового металла на входе в валки. Таким образом, роль

переднего и заднего натяжения сводится к тому, что оба они изменяют характер критической линии, опережения и продольных скоростей металла по ширине очага деформации на входе и выходе из валков. Следует отметить, что при изменении кинематики процесса прокатки по ширине очага деформации переднее натяжение влияет на изменение дефектов планшетности полосы на участке перед валками, а заднее натяжение также влияет на характер волнообразования на переднем конце полосы. В описанных примерах изменение продольных скоростей металла по ширине очага деформации происходит не только на выходе металла из валков, но на входе полосы в очаг деформации. Во взаимосвязи с ее изменением будет также происходить нарушение планшетности на участке перед валками. В практике прокатного производства такие факторы, как натяжение концов полосы, различие по ширине очага деформации обжатия и условий трения, как правило, воздействуют совместно на кинематику очага деформации и планшетность листового металла. В связи с этим важно отметить, что в любом случае нарушение планшетности полосы определяется изменением продольных скоростей листового металла по ширине очага деформации на входе и выходе из валков. При прокатке часто имеет место случай, при котором продольная скорость металла по ширине очага деформации на входе в валки равномерна, а на выходе из валков различна. Очевидно, при этом нарушение планшетности будет происходить только на переднем конце полосы, а задний конец будет сохранять планшетную форму. Рассмотрим пример прокатки полосы, когда продольная скорость металла на выходе из валков по ширине очага деформации будет одинаковой, а на входе — различной. В этом случае нарушение планшетной формы будет происходить на заднем конце полосы, а передний конец полосы будет сохранять планшетную форму. При разном обжатии середины и краев полосы такой процесс прокатки возможен только при наличии вынужденного уширения более обжимаемой части полосы, целиком компенсирующего различие смещаемых по толщине объемов частей полосы. Анализ показывает, что без поперечного течения металла процесс прокатки планшетных полос кинематически невозможен. Промышленные и опытные исследования показали, что для изменения поперечного профиля и планшетности прокатываемых полос может быть использована шестивалковая прокатная клетка с регулируемым профилем межвалкового зазора. Шестивалковая прокатная система содержит два рабочих валка, два опорных валка и два промежуточных валка, расположенных в верхней части прокатного стана между рабочими и опорными валками. Промежуточные валки с обеих сторон имеют общие подушки, изгиб промежуточных валков в горизонтальной плоскости осуществляется с помощью роликов с короткой бочкой, расположенных по середине промежуточных валков и контактирующих с ними. При сближении роликов середины промежуточных валков сближаются, а середина контактирующего с ним верхнего рабочего валка опускается. При этом увеличивается обжатие полосы по ее середине, уменьшается поперечная разнотолщинность, улучшается планшетность полосы.

Опробование шестивалковой прокатной клетки с регулируемым профилем межвалкового зазора показало эффективность влияния механизма изгиба промежуточных валков в горизонтальной плоскости на планшетность прокатываемых полос, которая улучшилась в среднем на 30—40%. В представленной на рис. 2 шестивалковой прокатной клетки регулирование профиля межвалкового зазора осуществляется за счет дополнительных опор, установленных на удлиненных шейках промежуточных валков. Дополнительные опоры выполнены в виде двух кулачков. При нажатии дополнительных опор друг на друга они упруго распираются, и промежуточные валки изгибаются в горизонтальной плоскости. При этом середина верхнего рабочего валка опускается, середина полосы обжимается в большей степени по сравнению с ее краями. Изменение величины обжатия по ширине очага деформации приводит к уменьшению поперечной разнотолщинности и улучшению планшетности.

Для регулирования профиля межвалкового зазора промежуточные валки, рабочие и нижний опорный валок с каждой стороны имеют дополнительные подушки. Дополнительная подушка верхнего рабочего валка установлена внутри дополнительной подушки промежуточных валков, а дополнительная подушка нижнего рабочего валка установлена внутри дополнительной подушки нижнего опорного валка. Между дополнительными подушками промежуточных и нижнего опорного валков установлены гидроцилиндры механизма изгиба валков. Различия в усилиях гидроизгиба справа и слева от поперечной оси стана приводят к появлению скручивающего момента. Этот момент изгибает нижний опорный и верхние промежуточные валки в горизонтальной плоскости. При этом середины верхнего и нижнего рабочих валков опускаются, и полоса получает большее обжатие по середине. Регулирование неравномерности обжатия по ширине полосы приводит к уменьшению поперечной разнотолщинности и улучшению планшетности полосы.

Несмотря на увеличение объема производства синтетических материалов, сталь и, в первую очередь, стальной прокат продолжают оставаться основным материалом в автомобилестроении, химической, тесной промышленности и т.п. Листовой металл является одним из наиболее экономичных видов проката. Мировая практика показывает, что использование конструкций из листового металла позволяет снизить вес изделий по сравнению с литыми в среднем на 20—40% при сохранении эксплуатационных характеристик. С ростом производства и потребления листового металла повышаются требования к качеству этой продукции.

Планшетная полоса — это абсолютно плоская полоса без каких либо геометрических дефектов.

Неудовлетворительная планшетность полос, применяемых при производстве трансформаторной, динамной стали, в телевизионной и электронной технике,

приводит к нарушению стабильной работы приборов и повышенному расходу электроэнергии, неблагоприятно сказывается на процессах автоматической листовой штамповки, прессовании и глубокой вытяжке, вызывая износ и разрушение рабочего инструмента, ухудшая качество изделий. Нарушение планшетности листового металла при прокатке вызывает повышенную отбраковку продукции и ее исправление на правильных агрегатах, что в 2 раза повышает стоимость листового металла. В настоящее время для улучшения планшетности прокатываемых полос на существующих станах холодной и горячей прокатки широко используются системы автоматического регулирования поперечного профиля и планшетности полосы (САРПП). Известно, что существующие САРПП, как правило, состоят из измерительного органа, усилителя, промежуточных блоков и исполнительного механизма. В качестве измерительного механизма контактные и бесконтактные измерители планшетности полосы. Датчики планшетности обычно расположены поперек ширины полос на выходной стороне прокатного стана. Исполнительный механизм реализует один из методов регулирования планшетности полосы, основанный на изменении профиля межвалкового зазора.

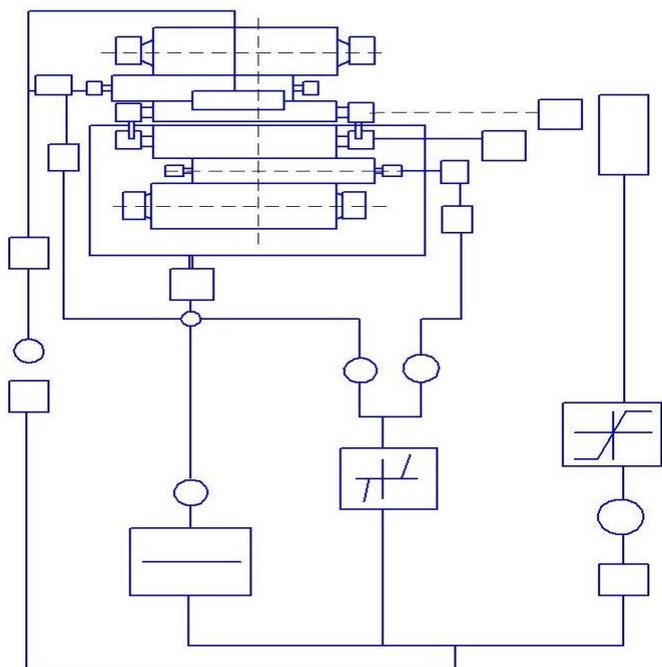


Рисунок 8 Функциональная схема САРПП с использованием в качестве регулирующего органа рассогласования окружных скоростей рабочих валков, противноизгиба, а также осевого смещения промежуточных валков.

При работе системы сигнал от измерителя планшетности полосы, пропорциональный действительному значению неравномерности удельного натяжения по ширине прокатываемой полосы, в блоке вычитания сравнивается с сигналом, пропорциональным заданному значению неравномерности удельных натяжений по ширине полосы, а сигнал отклонения увеличивается в промежуточном усилителе. С промежуточного усилителя снимается сигнал,

который поступает на вход второго промежуточного усилителя и на входы первого и второго блоков зоны нечувствительности. С выхода второго промежуточного усилителя снимается сигнал, пропорциональный приращению коэффициента рассогласования окружных скоростей рабочих валков, который подается на первый вход первого узла суммирования. От задатчика номинальной величины коэффициента рассогласования окружных скоростей рабочих валков сигнал поступает на второй вход первого узла суммирования. В узле суммирования сигналы приращения и номинальной величины коэффициента рассогласования окружных скоростей рабочих валков складываются, и результирующий сигнал поступает на вход ограничительного блока, где сравнивается с сигналом, поступающим от задатчика допустимой величины. Если результирующий сигнал величины коэффициента рассогласования окружных скоростей рабочих валков и приращения рассогласования окружных скоростей рабочих валков не превышает допустимого значения, то с ограничительного блока снимается сигнал, который поступает на вход системы регулирования рассогласования окружных скоростей рабочих валков. В первом блоке зоны нечувствительности сигнал, поступающий с блока, сравнивается с сигналом, пропорциональным зоне нечувствительности. Если результирующий сигнал превышает допустимое значение, то с этого блока снимается, который после второго и третьего узлов суммирования и двух электрогидропреобразователей поступает в гидроцилиндры, смещающие промежуточные валки в осевом направлении. Во втором блоке зоны нечувствительности сигнал, поступающий с первого промежуточного усилителя, сравнивается с сигналом, пропорциональным зоне нечувствительности. Если результирующий сигнал превышает допустимое значение, то со второго блока зоны нечувствительности снимается сигнал, который после четвертого узла суммирования и электрогидропреобразователя поступает в гидроцилиндры противоизгиба рабочих валков. В результате в САРПП обеспечивается регулирование планшетности полосы до тех пор, пока величина действительного и заданного значений из условия планшетности разности удельных натяжений по ширине полосы за очагом деформации не сравниваются. Рабочий канал в виде рассогласования окружных скоростей рабочих валков может быть использован для регулирования поперечной разнотолщинности и планшетности прокатываемых полос на непрерывном стане. Причем регулируемые прокатные клетки с рассогласованием окружных скоростей рабочих валков в линии непрерывного стана могут чередоваться с нерегулируемыми клетями через одну или две клетки. Непрерывный стан, оснащенный САРПП и клетями, имеющими канал по рассогласованию окружных скоростей рабочих валков на части клеток стана представлен.

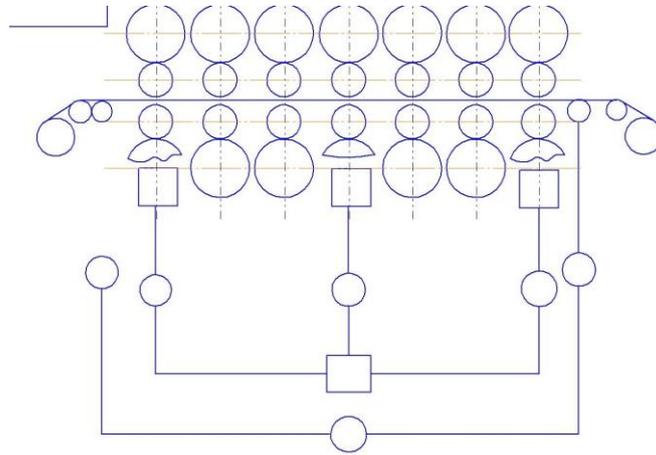


Рисунок 9. Функциональная схема САРПП непрерывного стана с использованием в качестве регулирующего органа рассогласования окружных скоростей рабочих валков

САРПП работает следующим образом. Сигнал, пропорциональный неравномерности удельных натяжений по ширине полосы на входе в стан, сравнивается в узле вычитания с сигналом, пропорциональным заданному значению неравномерности удельных натяжений по ширине полосы на выходе из стана, и сигнал отклонения подается на первый вход первого блока вычитания. Аналогично сигнал, пропорциональный неравномерности удельных натяжений по ширине полосы на выходе из стана, сравнивается в узле вычитания с сигналом, пропорциональным заданному значению неравномерности удельных натяжений по ширине полосы на выходе из стана, и сигнал отклонения подается на второй вход первого блока вычитания. Сигнал с выхода блока вычитания через блок определения коэффициента рассогласования окружных скоростей рабочих валков подается на первый вход первого, второго и третьего блоков суммирования. От первого, второго и третьего задатчиков номинальной величины коэффициента рассогласования окружных скоростей рабочих валков, первой, четвертой и седьмой рабочих клеток сигнал поступает на второй вход соответствующих узлов суммирования. В узлах суммирования сигналы складываются, и результирующий сигнал поступает на вход системы регулирования коэффициента рассогласования окружных скоростей рабочих валков, соответствующей клетки непрерывного стана. Новый канал регулирования коэффициента рассогласования окружных скоростей рабочих валков обладает повышенным быстродействием, что позволяет оперативно повысить регулирование поперечной разнотолщинности и планшетности прокатываемых полос.

Промышленные испытания САРПП на реверсивном стане 1700 холодной прокатки с рабочим каналом в виде рассогласования окружных скоростей рабочих валков показало, что ее использование приводит к уменьшению отсортировки полос по краевой волнистости в 1,5—2,0 раза.

ТЕХНИКОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Всесторонний анализ пройденного этапа развития страны, изменяющаяся конъюнктура мировой экономики в условиях глобализации требуют модернизации и инновационное развитие промышленных отраслей.

В этих целях нужен развитие и либерализации экономики, направленные на повышение ее конкурентоспособности, обеспечение свободы экономической деятельности, дальнейшее сохранение темпов экономического роста, модернизацию и активную диверсификацию ведущих отраслей экономики, дальнейшее расширение внешнеэкономических связей, активное привлечение иностранных инвестиций.¹

В нашей республики для развития промышленных предприятий нужен повышать производительность труда и рентабельность производства. Прибыль является одним из основных показателей уровня эффективности хозяйствования, финансовым источником роста и совершенствования производства, а также повышения оплаты труда работников предприятия; её наличие и рост определяют доходы бюджетов федерального, регионального и местного уровней. Основу прибыли предприятия составляют доходы предприятия, уменьшенные на расходы, связанные с его производственно-хозяйственной деятельностью. Для оценки степени использования возможностей предприятия и эффективности его производственно-хозяйственной деятельности, помимо величины полученной валовой и чистой прибыли, необходимо иметь значение показателей, оценивающих и соотносящих величины прибыли со стоимостью производственных фондов предприятия, издержками на выпуск и реализацию продукции, стоимостью реализованной продукции.

Значительные колебания среднеотраслевых уровней рентабельности в горнодобывающих отраслях являются следствием влияния внешних для предприятий народно-хозяйственных факторов, определяющих уровень реализационных цен на продукцию отрасли, уровень эффективности средств труда, располагаемых отраслю, условия производства, законодательные требования к эксплуатационной деятельности предприятий, охране труда и его оплате и другое. Очевидно, что при различиях в среднеотраслевых уровнях рентабельности никакой инвестор (кроме государства) не будет вкладывать свои средства в низкорентабельные предприятия и такая отрасль не будет иметь никаких перспектив в своем развитии. Если продукция низкорентабельной отрасли необходима для народного хозяйства республики, её производство в требуемом объеме должно обеспечить предприятиям хотя бы средний уровень

¹ Указ Президента РУз «О Стратегии действий пао дальнейшему р азвитию РУз». От 7 февраля 2017 года № УП– 4947.

рентабельности промышленного производства в республике. Отклонение в уровне рентабельности могут носить как объективный, так и субъективный характер. Объективный - в случае имеющихся различий в горно-геологических, технических и технологических условиях производства каждого конкретного предприятия. Субъективным фактором отклонения уровня рентабельности является различный уровень эффективности работы коллектива предприятия.

Анализ уровня рентабельности работы каждого предприятия, его изменение во времени, сопоставление достигнутого уровня с планируемым, а также его величиной на других предприятиях отрасли, занятых выпуском аналогичной продукции и работающих в сходных условиях дают возможность выявить влияние условий производства и оценить работу коллектива предприятия. Такой анализ помогает установить наличные резервы роста эффективности производства и разработать меры по их реализации.

Поскольку основными показателями, определяющими уровень рентабельности, являются стоимость реализованной продукции, её себестоимость, стоимость основных производственных фондов и величина оборотных средств, прогрессивные изменения всех этих показателей оказывают непосредственное положительное влияние на рентабельность производства.

В этой связи следует обратить внимание на разработку и осуществление мероприятий, обеспечивающих улучшение основных экономических показателей работы предприятий.

Стоимость реализации продукции предприятия непосредственно зависит от объема реализации и цены единицы продукции. Увеличению объема производства должны способствовать мероприятия по экономически обоснованной механизации и автоматизации производственных процессов, ликвидации «узких» мест на предприятии, повышению степени использования имеющихся производственных мощностей, улучшению организации производства и труда, ликвидации простоев и потерь рабочего времени, росту производительности труда и другое.

Цена единицы продукции в значительной мере является функцией её качества. Из этого следует, что осуществление мер по улучшению сортности добываемого полезного ископаемого, повышению содержания металла в добываемой руде, снижению содержания породы в добываемом угле и других мер, улучшающих потребительские качества добываемых полезных ископаемых, непосредственно влияет на повышение уровня рентабельности работы каждого предприятия.

Каждое предприятие, заботясь о повышении качества своей продукции, должно стремиться её производить с минимальными издержками производства (себестоимостью). В этой связи заслуживают внимание мероприятия по конкретизации и интенсификации горнодобывающего производства, экономии материальных ресурсов, снижению фонда емкости и другие меры.

Рост производительности труда работников предприятия, устранение простоев и потерь рабочего времени, осуществление мероприятий по совершенствованию организации производства, труда, их управлению, помимо

непосредственного роста объемов производства, оказывают положительное влияние на повышение прибыли и уровня рентабельности.

В этой экономической части выпускной квалификационной работы рассчитаны следующие расчеты для составления сметы затрат:

1. Расчет затраты на помещения. (таблица №1).
2. Капитальные вложения в рабочее оборудование. (таблица №2).
3. Основные фонды, их структура и амортизационные отчисления. (таблица №3)
4. Расчет расходы на сырьё и электроэнергии. (таблица № 2.1 и № 2.2)
5. Объем инвестиций на покупку основных фондов. (таблица № 3)
6. Расчет фонды амортизации и затраты на ремонт основных фондов. (таблица № 4)
7. Расчет заработной платы производственных рабочих. (таблица № 5)
8. Расчет общего суммы затрат на производство. (таблица № 6)

Таблица № 1

ЗАТРАТЫ НА ПОМЕЩЕНИЯ

Наименование зданий	Площадь, м ²	Стоимость 1 м ³ , тыс.сум	Балансовая стоимость, тыс.сум
1. Производственные здания	980	140	137 200,00
2. Бытовые помещения	614	150	92 160,00
Всего			229 360,00

Таблица № 2

КАПИТАЛЬНЫЕ ВЛОЖЕНИЯ В РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Наименование оборудования	Количество	Стоимость ед. оборудования, тыс.сум	Балансовая стоимость, тыс.сум
1. Технологическое оборудование, шт	3	575 856,00	1 727 568,00
2. Вспомогательное оборудование, шт	3	79 000,00	237 000,00
3. Вентиляция, шт	3	193 666,67	581 000,01
5. Трубы, провода, арматура, т	100	4 200,00	420 000,00
Итого			2 965 568,01

Таблица № 3

ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ, ИХ СТРУКТУРА И АМОРТИЗАЦИОННЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ

№	Группы основных фондов	Балансовая стоимость основных фондов, тыс.сум	Норма амортизации %	Амортизационные отчисления, %
1	Производственные здания	137 200,00	5	6 860,00
2	Бытовые помещения	92 160,00	5	4 608,00
3	Технологическое оборудование, шт	1 727 568,00	5	86 378,40
4	Вспомогательное оборудование, шт	237 000,00	5	11 850,00
5	Вентиляция, шт	581 000,01	5	29 050,00
	Трубы, провода, арматура, т	420 000,00	5	21 000,00
	Итого	3 194 928,01		159 746,40

Таблица № 4

ЗАТРАТЫ НА НОРМИРУЕМЫЕ ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА ОТДЕЛЕНИЯ

Элементы оборотных средств	Сумма, тыс.сум
Запасы вспомогательного материала и топлива (25 % от суммы амортизационных отчислений)	39 936,60
Запасы сменного оборудования, запасных частей (15 % от суммы амортизационных отчислений)	23 961,96
Запасы быстроизнашивающего инструмента (10 % от суммы амортизационных отчислений)	15 974,64
Итого	79 873,20

Таблица № 5

РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

№	Наименование оборудования	Количество	Мощность, кВт/ч	Суточный расход электроэнергии, кВт/ч	Потребность в электроэнергии в год
1	Технологическое оборудование	3	60	4320	1 537 920
2	Вспомогательное оборудование	3	40	2880	1 025 280
3	Вентиляционная система	3	75	5400	1 922 400
4	Транспортное оборудование	3	70	5040	1 794 240
5	Крановое оборудование	3	50	3600	1 281 600
	Всего				7 561 440

Таблица № 6

ГОДОВОЙ РАСХОД И ЗАТРАТЫ НА РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ЭНЕРГИИ

№	Наименование видов энергии и энергоносителей	Единица измерения	Годовой расход	Цена, тыс. сум	Годовой расход, тыс. сум
1	Электроэнергия	кВт	7561440	0,191	1 444 235,04
2	Газ	м.куб	135600	2,500	339 000,00
3	Азот	м.куб	19200000	0,068	1 305 600,00
4	Сжатый воздух	м.куб	3600000	0,035	126 000,00
5	Вода	м.куб	273600	0,058	15 868,80
6	технологическая Химическая очищенная вода	м.куб	99600	1,937	192 925,20
7	Технологический пар	м.куб	18000	18,562	334 116,00
	Итого				15 120 921,93

РАСЧЕТ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ

№	Должность	Количество штатов	Тарифный разряд	Тарифный коэффициент	Отраслевой коэффициент	Минимальная зарплата, тыс.сум	Месячная заработная плата тыс.сум	Премия, 25 % от месяч.зар.платы, тыс.сум	Месячная заработная плата, тыс.сум	Общая месячная заработная плата, тыс.сум	Годовая заработная плата, тыс.сум
1	Инженерно-технические работники	10	VIII	4,640	1,2	149,775	833,95	208,49	1 042,43	10424,34	125 092,1
2	Младшие обслуживающие персоналы	12	V	3,612			649,18	162,30	811,48	9737,771	116 853,3
4	Рабочие	190	I	2,476			445,01	111,25	556,26	105690,2	1 268 283
5	Рабочие (ночное время) (доплата за ночное время)	190	I	2,476			445,01	111,25	556,26	105690,2	1 268 283
	Фонд оплаты труда						2 373,15	593,29	2 966,44	231 542,56	2 778 511
	Затраты на социальное страхование	25 % от ФОТ								694 627,7	

Общая сумма затраты на производство

№	Наименование затраты	Единица измерения	Сумма	Доля расходов от общей суммы затрат
1	Годовые амортизационные отчисления	тыс.сум	159 746,40	4
2	затраты на нормируемые оборотные средства отделения	тыс.сум	79 873,20	1
3	Годовой расход и затраты на различные виды энергии	тыс.сум	15 120 921,93	74
4	Фонд оплаты труда	тыс.сум	2 778 511	15
5	Затраты на социальное страхование	тыс.сум	694 627,7	6
	Итого		18 833 680,23	100

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ И ЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА

Под вибрацией понимают возвратно-поступательное движение твердого тела. Это явление широко распространено при работе различных механизмов и машин. Источники вибрации: транспортеры сыпучих грузов, перфораторы, зубчатые передачи, пневмомолотки, двигатели внутреннего сгорания, электромоторы и т. д.

Основные параметры вибрации: частота (Гц), амплитуда колебания (м), период колебания (с), виброскорость (м/с), виброускорение (м/с²).

В зависимости от характера контакта работника с вибрирующим оборудованием различают локальную и общую вибрацию. Локальная вибрация передается в основном через конечности рук и ног. Общая — через опорно-двигательный аппарат. Существует еще и смешанная вибрация, которая воздействует и на конечности, и на весь корпус человека. Локальная вибрация имеет место в основном при работе с вибрирующим ручным инструментом или настольным оборудованием. Общая вибрация преобладает на транспортных машинах, в производственных цехах тяжелого машиностроения, лифтах и т. д., где вибрируют полы, стены или основания оборудования.

Воздействие вибрации на организм человека. Тело человека рассматривается как сочетание масс с упругими элементами, имеющими собственные частоты, которые для плечевого пояса, бедер и головы относительно опорной поверхности (положение "стоя") составляют 4~6 Гц, головы относительно плеч (положение "сидя") — 25-30 Гц. Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6—9 Гц. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц, определяемая как качка, хотя и неприятна, но не приводит к вибрационной болезни. Следствием такой вибрации является морская болезнь, вызванная нарушением нормальной деятельности вестибулярного аппарата по причине резонансных явлений.

При частоте колебаний рабочих мест, близкой к собственным частотам внутренних органов, возможны механические повреждения или даже разрывы. Систематическое воздействие общих вибраций, характеризующихся высоким уровнем виброскорости, приводит к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы. Эти нарушения вызывают головные боли, головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности.

Местная вибрация малой интенсивности может благоприятно воздействовать на организм человека, восстанавливать трофические изменения, улучшать функциональное состояние центральной нервной системы, ускорять заживление ран и т. п.

При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии — вибрационной болезни.

Ручные машины, вибрация которых имеет максимальные уровни энергии в низких частотах (до 35 Гц), вызывают вибрационную патологию с преимущественным поражением нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают сосудистые расстройства с склонностью к спазму периферических сосудов. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8-10 лет (формовщики, бурильщики), при воздействии высокочастотной вибрации — через 5 и менее лет (шлифовщики, рихтовщики).

Допустимые уровни вибрации. Различают гигиеническое и техническое нормирование вибраций. Гигиенические — ограничивают параметры вибрации рабочих мест и поверхности контакта с руками работающих исходя из физиологических требований, исключающих возможность возникновения вибрационной болезни. Технические — ограничивают параметры вибрации не только с учетом указанных требований, но и исходя из достижимого на сегодняшний день для данного типа оборудования уровня вибрации. Разработаны нормативные документы, устанавливающие допустимые значения и методы оценки характеристик вибраций, к которым относится специальный ГОСТ ССБТ (Система стандартов безопасности труда).

Машины ручные. Допустимые уровни вибрации. Оценка степени вредности вибрации ручных машин производится по спектру виброскорости в диапазоне частот 11—2800 Гц. Для каждой октавной полосы в пределах указанных частот устанавливают предельно допустимые значения среднеквадратичной величины виброскорости и ее уровни относительно порогового значения, равного $5 \cdot 10^{-8}$ м/с.

Масса вибрирующего оборудования или его частей, удерживаемых руками, не должна превышать 10 кг, а усилие нажима — 20 кг.

Общая вибрация нормируется с учетом свойств источника ее возникновения и подразделяется на вибрацию:

- транспортную, которая возникает в результате движения машин по местности и дорогам;
- транспортно-технологическую, которая возникает при работе машин, выполняющих технологическую операцию в стационарном положении, а также при перемещении по специально подготовленной части производственного помещения, промышленной площадке или на оптовых базах; технологическую, которая возникает при работе стационарных машин

или передается на рабочие места, не имеющие источников вибраций (например, от работы холодильных, фасовочно-упаковочных машин).

Высокие требования предъявляют при нормировании технологических вибраций в помещениях для умственного труда (дирекция, диспетчерская, бухгалтерия и т. п.).

Гигиенические нормы вибрации установлены для рабочего дня длительностью 8 ч (табл. 1.2).

Таблица 1.2 Влияние вибрации на организм человека

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

Санитарные нормы устанавливают предельно допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий (табл. 1.3).

Таблица 1.3 Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с ²
0,6-0,4	До 3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

* При таких параметрах вибрации даже сверхпрочные клепочные конструкции до полного своего разрушения выдерживают не более 30 минут.

Приведенные нормы одинаковы для горизонтальных и вертикальных вибраций. Непрерывность их воздействия не должна превышать 10-15% рабочего времени. Амплитуда колебаний, скорость и ускорение колебательных движений могут быть увеличены не более чем в три раза.

Методы снижения воздействия вибрации на человека. Для снижения воздействия вибрирующих машин и оборудования на организм человека применяются следующие меры и средства:

- замена инструмента или оборудования с вибрирующими рабочими органами на невибрирующие в процессах, где это возможно (например, замена электромеханических кассовых машин на электронные);
- применение виброизоляции вибрирующих машин относительно основания (например, применение рессор, резиновых прокладок, пружин, амортизаторов);
- использование дистанционного управления в технологических процессах (например, использование телекоммуникаций для управления вибротранспортером из соседнего помещения);
- использование автоматики в технологических процессах, где работают вибрирующие машины (например, управление по заданной программе);
- использование ручного инструмента с виброзащитными рукоятками, специальной обуви и перчаток.

На рис. 1.5 представлена установка агрегатов на виброгасящем оборудовании.

Помимо технических средств и методов для снижения воздействия вибрации на человека необходимо проводить гигиенические и лечебно-профилактические мероприятия. В соответствии с положением о режиме труда работников виброопасных профессий общее время контакта с вибрирующими машинами, вибрация которых соответствует санитарным нормам, не должно превышать 2/3 длительности рабочего дня. Производственные операции должны распределяться между работниками так, чтобы продолжительность непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, не превышала 15-20 мин. Рекомендуется при этом два регламентированных перерыва (для активного отдыха, проведения производственной гимнастики по специальному комплексу гидропроцедур): 20 мин — через 1—2 ч после начала смены и 30 мин — через 2 ч после обеденного перерыва.

К работе с вибрирующими машинами и оборудованием допускаются лица не моложе 18 лет, получившие соответствующую квалификацию, сдавшие технический минимум по правилам безопасности и прошедшие медицинский осмотр.

Работа с вибрирующим оборудованием, как правило, должна проводиться в отапливаемых помещениях с температурой воздуха не менее 16 °С, при влажности 40-60% и скорости движения воздуха не более 0,3 м/с. При невозможности создания подобных условий (работа на открытом

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Экологические проблемы металлопрокатного производства.

Содержание

1. Защита атмосферы от вредных выбросов металлопрокатного производства.
- .2 Защита естественных водоемов от загрязнения сточными водами металлопрокатного производства
- .3 Уменьшение вредных выбросов металлопрокатного производства технологическим путем и утилизация отходов

Список использованной литературы.

1. Защита атмосферы от вредных выбросов металлопрокатного производства

Около 90% всей выплавляемой стали поступает на прокатку. Прокатка это деформация металла, сдавливание его вращающимися валками.

По сравнению с другими переделами черной металлургии в прокатном производстве образуется меньше пыли и газов. В среднем общий выброс пыли от всех источников пылеобразования составляет около 200 г/т товарного проката без огневой зачистки и 500-2000 г/т при наличии огневой зачистки. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в прокатном производстве являются нагревательные печи, машины огневой зачистки и травильные агрегаты, а также станы горячей прокатки, над которыми образуются пылевыбросы (2,0-18,0 г/т проката), содержащие окалину (оксиды железа) и другие металлы в зависимости от степени легирования стали и сплава. Эти выбросы поступают через аэрационный фонарь в атмосферу.

Выбросы нагревательных печей содержат оксиды азота. Из машин огневой зачистки с отсасываемым через их укрытия газом выносятся пыль,

которая содержит до 90% оксидов железа. Для очистки дымовых газов нагревательных печей прокатных цехов от оксидов азота предусматриваются ванадиевые катализаторы, встроенные в котлы-утилизаторы. В настоящее время в основном применяются высокие дымовые трубы, при этом обеспечивается приземная концентрация в пределах ПДК.

При горячей прокатке металла пыль образуется в результате измельчения окалины валками и испарения вследствие мгновенного увеличения давления и повышения температуры. Количество выделяющейся пыли на 1 т проката листа составляет до 100 г/т. Часть пыли (~20%) мелкодисперсная (размер частиц < 10мкм).

На слябовых, блюмовых и сортовых станах наиболее интенсивное пылевыведение происходит на первых проходах.

Локализацию и удаление пыли, выделяющейся при прокатке, осуществляют различными способами. В мелких прокатных станах устанавливают зонты на высоте 2,4 м, чтобы не мешать обслуживанию стана (рисунок 55, а). Так как скорость воздуха в отверстии зонта должна быть не менее 2м/с, и ширина зонта должна быть равна или немного менее ширины клетки стана, конструкция получается громоздкой. Кроме того, расходы воздуха (100-900 тыс. м³/ч) вследствие больших присосов и энергии значительны.

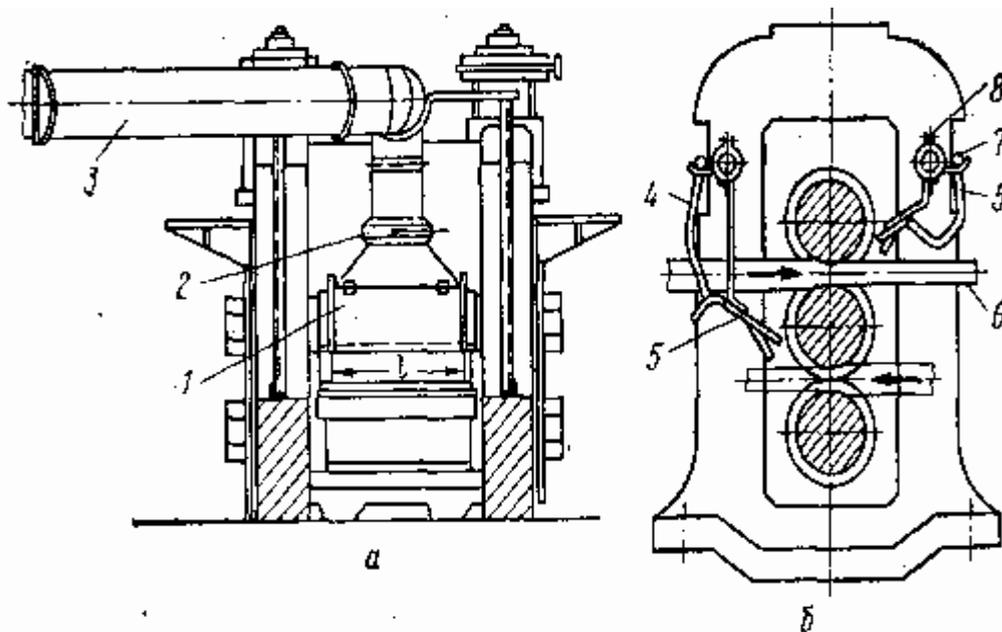


Рисунок 1. Обеспыливание клетей прокатных станков: 1-зонт; 2-бесфланцевое соединение; 3-воздухопровод запыленного воздуха; 4-гибкий шланг; 5-двухрожковое сопло; 6-прокатываемый металл; 7-водопроводная труба; 8-сдвижной хомут

На многих заводах проблему обеспыливания пытались решить, применяя гидрообеспыливание. Процесс осуществлялся форсунками с тонким распылением воды, механическим и пневматическим, равномерным орошением мест пылевыведения через трубы и т.п. Подобные способы не дали положительных результатов.

Наилучшие результаты показал смыв пыли компактной струей воды (рисунок 55, б) в месте её образования. Вода подавалась на прокатываемый металл в месте выхода его из валков и отводилась по специальному желобу. При прокате листа толщиной 2 мм коэффициент обеспыливания составлял 98-99%. При этом дополнительного, нежелательного охлаждения листа практически не происходило.

При гидросмыве ориентировочный расход воды на блюм равен 40, сляб 30, на одну клеть листового стана - 6-10, непрерывного сортопрокатного стана - 2 и на один проход на раскатном стане - 1 м³/ч. При прокатке

специальных сталей подача воды недопустима. В этом случае следует применять вентиляционные системы с зонтами.

При холодной прокатке металла на валки стана для охлаждения подается эмульсия. Часть эмульсии испаряется из-за разогрева валков и в виде паров распространяется по цеху, конденсируясь на конструкциях и оборудовании. Пары эмульсии очень агрессивны и наносят большой вред оборудованию, особенно электроаппаратуре и отопительным агрегатам.

Для локализации паров эмульсии на стане холодной прокатки предусматривают укрытия, из которых отсасывается 25 000-40 000 м³/ч воздуха на каждое межклетевое пространство, 70% из верхней зоны и 30% - из нижней.

Для защиты улавливающих аппаратов от отложений эмульсии необходимо как можно ближе к стану устанавливать два поочередно работающих сетчатых фильтра, регенерация которых осуществляется разогревом паром и промывкой щелочным раствором.

Зачистка поверхности заготовки осуществляется при помощи щелевых горелок в результате расплавления и частичного сгорания верхнего слоя металла толщиной 1-3 мм.

Одна часть расплавленного металла гидросбивом смывается в лоток, расположенный под рольгангом, и водой транспортируется в яму для окалины. Другая часть испаряется, сгорает и в виде пыли уносится вместе с отсасываемым газом (рисунок 56, а).

Количество газов, отсасываемых от машины огневой зачистки, с учетом разбавления воздухом составляет 50 000-250 000 м³/ч в зависимости от размеров головки. Совместно с газом из машины выносятся большое количество мелкодисперсной пыли, концентрация которой обычно составляет 3-6 г/м³, в отдельные периоды повышаясь до 10-12 г/м³. Пыль в основном содержит окислы железа, 75-90%.

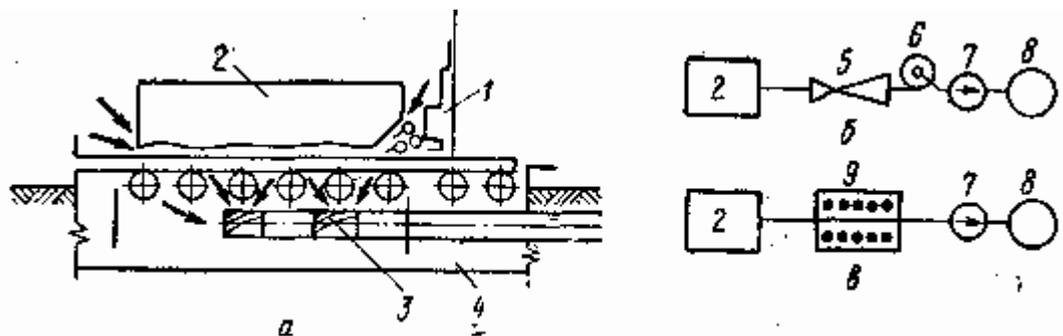


Рисунок 2. Схема укрытия, отвода и очистки газов от машин огневой зачистки (МОЗ): 1 - машина огневой зачистки; 2 - укрытие; 3 - газоотводящий тракт; 4 - канал для гидросмыва; 5 - труба Вентури; 6 - каплеуловитель; 7 - дымосос; 8 - дымовая труба; 9 - электрофильтр

Для очистки газов машин огневой зачистки применяются скрубберы Вентури, электрофильтры. Схема очистки со скрубберами Вентури показана на рисунке 56,б. Если на предприятии имеется возможность разместить электрофильтры, предпочитают их установку, так как малые эксплуатационные расходы и отсутствие водопотребления дают меньшие приведенные затраты по сравнению с мокрыми газоочистками. Схема очистки газа от пыли с электрофильтром представлена на рисунке 2.

Для удаления окалина с поверхности горячекатаных изделий на большинстве заводов применяют травление в серной или соляной кислоте, которое можно осуществлять периодически и непрерывно.

При травлении металлов в кислотах в атмосферу выделяется большое количество вредных газов и паров: оксиды азота (до 400 мг/м³), фтористый водород (до 100 мг/м³), пары серной кислоты (до 200 мг/м³), соли металлов.

Периодическое травление применяют в трубном производстве и при подготовке листов к нанесению защитных покрытий (например, оцинкование). На рисунке 3,а изображен агрегат карусельного типа, для обслуживания которого практически не требуется сменный персонал.

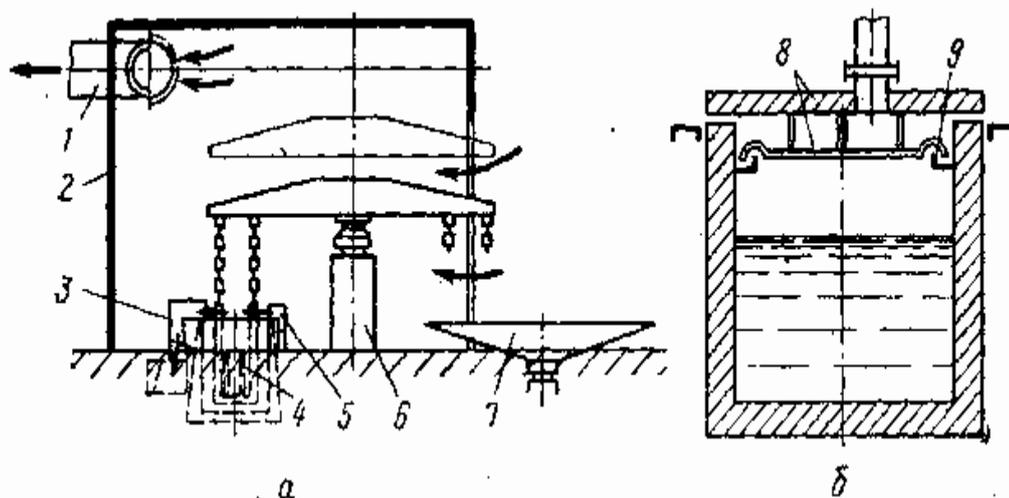


Рисунок 3. Борьба с выбросами паров в травильных отделениях: 1 - вытяжной воздухопровод; 2 - ограждение травильных ванн; 3 - бортовой отсос; 4 - корзина с листами; 5 - передув паров; 6 - подъемно-поворотный механизм; 7 - платформа для подачи и приема корзин с листами; 8 - двойная крышка; 9 - гидравлические затворы у бортов

В агрегатах непрерывного травления полоса проходит четыре травильные ванны, со щелочным раствором и водой, осушку горячим воздухом, после чего сматывается в рулоны. Для уменьшения выделений паров кислот из ванн ванны снабжают двойными крышками и гидравлическими затворами у бортов (рисунок 3,б). Также сокращению испарений способствуют пенообразующие добавки. Применение пенообразователей из расчета 1 кг/м³ раствора снижает испарения в 300-400 раз.

Для обезвреживания выбросов травильных агрегатов применяется газоочистные системы, где могут использоваться пенные аппараты (рисунок 4, а), полые скрубберы (рисунок 4, б), низконапорные скрубберы Вентури (рисунок 4, в) и фильтры из винипластовых сеток (рисунок 4, г).

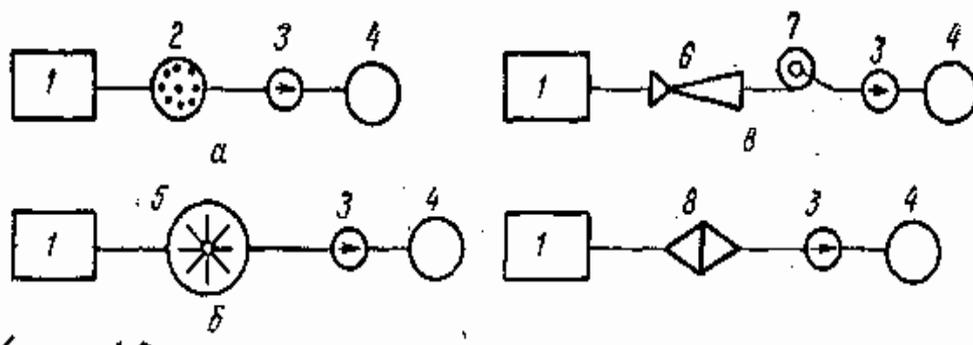


Рисунок 4. Возможные схемы очистки газов травильных отделений от паров кислот:
 1 - травильное отделение; 2 - пенный фильтр; 3 - дымосос; 4 - дымовая труба; 5 - скруббер; 6 - труба Вентури; 7 - каплеуловитель; 8 - фильтр из винипластовых сеток

Для обезвреживания кислотных испарений может использоваться система, служащая для адсорбции кислых компонентов щелочными растворами. Эта система состоит из полного скруббера с эвольвентными форсунками, каплеуловителя, циркуляционного сборника, группы насосов-дозаторов и дымососов. Скорость газов в аппарата 6 м/с, степень очистки от оксидов азота - не менее 80%, от кислот - выше 90%.

Аналогичная установка применяется для очистки газов гальванических ванн от NO, NO₂, H₂SO₄, HCl, HF, H₂S, HCN, F, HN₃, NH₄OH, паров ртути, хромового ангидрида (CrO₃). Используются фильтры из синтетических волокнистых материалов, полученных иглопробивным способом, а также ионообменных смол в виде гранул.

атмосфера вредный выброс прокатный

2. Защита естественных водоемов от загрязнения сточными водами металлопрокатного производства

Образующиеся в прокатном производстве сточные воды составляют от 30 до 50% общего их количества, образующегося на предприятии с полным металлургическим циклом (производство кокса, агломерата, ферросплавов, чугуна, стали, проката). Сточные воды образуются при охлаждении валков, их шеек и подшипников, смыве и транспортировке окалина, а также при охлаждении пил, ножниц и других вспомогательных механизмов. В

трубопрокатном производстве образование сточных вод дополнительно связано с гидравлическим испытанием труб. Сточные воды содержат окалину, масло, эмульсию, кислоты, токсичные вещества. Вода загрязняется окалиной при гидросбиве и гидросмыве.

При химической и электрохимической обработке металлов (травлении, нанесении покрытий и т.д.) образуются сточные воды, содержащие химические загрязнения. Объем сточных вод при травлении металла зависит от вида обрабатываемых изделий и в среднем составляет 3 м³/т металла, обработанного кислотой. Объем промывных вод достигает 300-400 м³/ч и более. В сточных водах содержатся соединения аммония, кислоты, металлы, сероводород, кремний, сульфаты, хлор, хлориды, сульфиды и др.

Окалиносодержащие сточные воды в основном осветляются. Этот процесс идет в два этапа: вначале сточные воды проходят отстойники глубокого осветления, во вторичных отстойниках происходит более тонкая очистка. Помимо отстойников, для очистки окалиносодержащих сточных вод используют гидроциклоны.

В прокатном производстве на станах горячей прокатки используется система оборотного водоснабжения. В настоящее время на современных предприятиях предусматривается трехступенчатая система очистки оборотной воды. Первая ступень включает яму для окалины, радиальные отстойники с камерами флокуляции (для укрупнения механических примесей) и сетчатые фильтры. В качестве второй ступени очистки в системе предусматриваются отстойники со встроенными камерами хлопьеобразования гидроциклонного типа. На третьей ступени очистки (тонкая очистка окалины и маслосодержащих сточных вод) применяются специальные фильтры: антрацито-кварцевые или с плавающей пенополистирольной загрузкой.

В цехах холодной прокатки используется система оборотного водоснабжения с очисткой воды от технологических смазок, эмульсий и механических примесей.

Необходимая степень очистки достигается сочетанием последовательной очистки в горизонтальных отстойниках и в установке флотации с последующей доочисткой на фильтрах.

Всплывающие масла удаляются с поверхности отстойников специальными скребковыми транспортерами.

В трубопрокатном производстве для глубокой очистки обезжиренных сточных вод применяют фильтрацию и последующую электрофлотацию.

При травлении металлов различными кислотами образуется большое количество высокоминерализованных отработанных травильных растворов и промывных вод. Для получения товарной продукции и использования очищенных вод (после их доочистки) в системах оборотного водоснабжения применяется реагентная обработка таких стоков. Для сернокислотных отработанных травильных растворов применяются следующие виды обработки: нейтрализация аммиаком (продуктами нейтрализации являются аммиачная соль серной кислоты, т.е. сульфат аммония - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ - магнетит); вакуум-кристаллическая обработка (продуктами нейтрализации являются семиводный железный купорос - $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и маточный раствор серной кислоты); известкование (реагент - известковое молоко) и комбинированный метод (вакуум-кристаллический + известкование).

Аммиачная селитра (сульфат аммония) является минеральным удобрением, а магнетит нашел широкое применение в производстве лаков и электротехнических изделий. Семиводный железный купорос применяется в различных отраслях промышленности; маточный раствор серной кислоты нейтрализуется известью.

В качестве реагента для нейтрализации сточных вод, содержащих кислоты, используются любые щелочи и их соли (известняк, доломит, мрамор, мел, едкий натр, едкое кали, известь, магнезит, сода и др.). Наиболее дешевым реагентом является гидроксид кальция. Более надежная защита водоемов от загрязнений обеспечивается при использовании технологии

нейтрализации с помощью аммиака (аммиачной воды), так как в этом случае возможна нейтрализация не только простых, но и сложных по составу сернокислотных отработанных травильных растворов, содержащих соли железа, никеля, кобальта, хрома, молибдена и других металлов.

Регенерация отработанных солянокислотных травильных растворов вызывает затруднения в силу того, что эти растворы содержат значительное количество солей различных металлов и других примесей. При регенерации этих растворов получают хлор, хлористый водород или соли (в зависимости от метода регенерации). Если отработанный солянокислотный травильный раствор содержит примеси лишь одного металла, то такой раствор поступает в камеру распылительной сушилки, в которой соли и оксиды собираются в осадок, а соляная кислота улавливается в виде 16-18%-ного раствора.

В случае, когда в отработанных солянокислотных растворах содержатся соли двух различных металлов, например железа и цинка, они подвергаются обработке ионообменным фильтрованием с движущимся слоем адсорбента. На адсорбенте компоненты разделяются: соли одного металла задерживаются ионообменными смолами, соли другого вместе с раствором подаются в камеру распылительной сушилки. Смола, содержащая соли одного из металлов, подается в десорбер, где последовательно обрабатывается 30%- и 20%-ным раствором серной кислоты. Из этого раствора металл извлекается электролитическим способом, а восстановленная серная кислота возвращается в производственный цикл.

Разработан метод, позволяющий отработанные солянокислотные травильные растворы направлять на регенерационную установку для термического разложения солей FeCl_2 с получением газообразного HCl . Проходя через электрофильтр, газы очищаются от оксида железа, и направляются на абсорбцию. Отработанные промывные воды поступают в абсорбционную колонну установки регенерации для насыщения их полученным газообразным HCl . В результате получается регенерированная соляная кислота, которая вновь возвращается в технологический цикл.

Замкнутый цикл травление металлов с промывкой его каскадным методом с повторным многократным использованием промывной воды - регенерация позволяет исключить сброс промывных вод в очистные сооружения предприятия. Промывочные кислотные сточные воды нейтрализуются известковым молоком, после чего осветляются в отстойниках. Шлам сбрасывается в шламонакопители или обезвреживается на фильтр-прессах. Осветленная вода используется в технологическом цикле.

Для обезвреживания сточных вод, образующихся при химико-термической обработке металлов (хромировании, цианировании, силицировании и др.), применяются электрохимические методы. Для обезвреживания цианосодержащих сточных вод используются также известковое молоко, жидкий хлор, гипохлорит натрия, гипохлорит кальция, хлорная известь, марганцовокислый калий, перекись водорода и др.

Уменьшение вредных выбросов металлопрокатного производства технологическим путем и утилизация отходов

В прокатном производстве вопросы охраны окружающей среды неразрывно связаны с производственными процессами, оборудованием, организацией производства и наиболее эффективно решаются разработкой прогрессивной технологии.

Определяющими факторами являются: точное ведение технологического процесса; систематический контроль за основными параметрами нагревательных печей и прокатного оборудования; устройство систем оперативной сигнализации об экстремальных условиях технологических процессов и о состоянии агрегатов и оборудования.

В связи с этим большая роль в решении вопросов точного ведения технологических процессов и предотвращении аварийных ситуаций, выбросов вредных веществ принадлежит рабочим основных профессий прокатных цехов: нагревальщикам металла, вальцовщикам-операторам,

резчикам металла, термистам, рабочим, обслуживающим травильные отделения. Решение вопросов охраны окружающей среды связано с созданием механизированных и автоматизированных прокатных станов, преимущественно непрерывных и полунепрерывных; механизацией всех операций на складах заготовок и готовой продукции; герметизацией нагревательных печей; использованием нагревательных печей с шагающими балками, оборудованными экономичными плоскопламенными горелками; применением гидросбыва окалины; устройством аспирационных систем над прокатными клетями для удаления окалины содержащей пыли. Для снижения вредных выбросов в травильных отделениях и отделениях покрытий (цинкования, алюминирования и др.) прокатных цехов устанавливаются агрегаты непрерывного действия с герметизацией всех ванн, машин и аппаратов и удалением вредных выбросов с помощью систем вытяжной вентиляции. В трубном производстве получают распространение прогрессивные способы непрерывной прокатки труб, механизированные и автоматизированные многониточные станы холодной прокатки и волочения, поточные линии отделки с приборами неразрушающего контроля труб. Использование полифосфатной смазки позволяет устранить вредные выделения газов и улучшить условия протекания технологического процесса при обжиге гильзы в непрерывном трубопрокатном стане.

Отходы прокатного производства утилизируются, перерабатываются или размещаются в окружающей среде.

Заключение

Холоднокатаный листовой прокат относится к категории высококачественной металлопродукции. Использование его в различных отраслях промышленности чрезвычайно эффективно. Это является стимулом интенсивного научно-технического прогресса в области производства холоднокатаных листов. Идет непрерывное совершенствование существующих технологий, предлагаются принципиально новые технические решения.

В цехах с большим объемом производства сооружаются новые непрерывные станы, в основном 5-клетевые для прокатки полос толщиной не менее 0,3- 0,4 мм и 6-клетевые для прокатки более тонких полос.

В связи с постоянным ужесточением требований по минимальной поперечной разнотолщинности листов, а также их полной планшетности, продолжают работы по совершенствованию профилировок валков.

Тенденция к постепенному уменьшению толщины прокатываемых листов вызывает необходимость применения более эффективных технологических смазок (эмульсий). Однако введение дополнительных количеств жировых компонентов в смазку приводит к повышенной зажиренности металла после прокатки, что нежелательно. Для устранения указанного противоречия современные смазочные системы на непрерывных станах должны предусматривать возможность отдельной подачи смазки по клетям, позволяя варьировать состав и концентрацию смазки. В этом случае на валки последней, чистовой клетки подается низкоконцентрированная эмульсия или даже моющий раствор.

Современные смазочные системы также должны обеспечивать достаточное охлаждение и тщательную очистку эмульсии от металлических частиц и других загрязнений.

Список использованных литература и источников

1. Ефименко С.П., Следнев В.П. Вальцовщик листопрокатных станов. - М.: Металлургия, 1994
2. Целиков А.И. Основы теории прокатки. - М.: Металлургия, 2010
3. Бровман М.Я., Зеличенко В.Ю. Усовершенствование технологии прокатки толстых листов. - М.: Металлургия, 1990
4. Выдрин А.М. Процесс непрерывной прокатки. - М.: Металлургия, 2000
5. А.П. Грудев, Л.Ф. Машкин. Технология прокатного производства, 1994;
6. Г. К. Алимочкин, Р. Н. Малаханов, Поверка ультразвуковых средств измерения. Методические указания, 2006;
7. Контроль неразрушающий. Толщиномеры
. Общие технические требования; <<http://www.panatest-ndt.ru/>>;
8. Боднер В. А., Алферов А. В. Измерительные приборы. Т. 2: Методы измерений, устройство и проектирование приборов. М.: Изд-во стандартов, 1990.
9. Инженерная защита окружающей среды. Учебное пособие [Текст] / под ред. Воробьева О.Г. - СПб.: изд. Лань, 2002. - 288 с.
10. Воскобойников, В.Г. Общая металлургия. Учебник для вузов [Текст]/ В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев. 6-изд., перераб. и доп. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. - 768 с.
11. Баев, Л.А. Экономические основы управления переработкой отходов металлургического производства [Текст]/ Л.А. Баев, Я.В. Афанасьев. Экология и промышленность России, 2004, №1, с.37-40.
12. Денисенко, Г.Ф. Охрана окружающей среды в черной металлургии. Учебное пособие [Текст] / Г.Ф. Денисенко, З.И. Губонина. - М.: Металлургия, 2010. - 120 с.
13. Гордон, Г.М. Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии Текст/ Г.М. Гордон, И.Л. Пейсахов. - М.: Металлургия, 2013. - 456 с.