

УДК 53.084.823

РЕКОНСТРУКЦИЯ МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЛИНЕЕК ПЕРЕД МОТАЛКОЙ №3 СТАНА 1700 ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

Мещеряков Кирилл Александрович

*Студент 5 курса,
кафедра «Оборудование и технологии прокатки»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: Т.Г. Золоткова,
ассистент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»*

В современных условиях листопрокатные цеха стремятся к снижению эксплуатационных затрат и повышению качества продукции. Непрерывные широкополосные станы горячей прокатки (НШПС) являются фундаментом современной металлургии. В отечественной промышленности станы серии 1700 представляют собой уникальные комплексы, которых в России на сегодняшний день функционирует всего два. Стан 1700 ПАО «Северсталь» предназначен для производства горячекатаного рулонного проката. В условиях жесткой конкуренции на мировом и внутреннем рынках сохранение лидерских позиций невозможно без глубокой модернизации и реконструкции морально устаревшего оборудования.

Одним из главных этапов в производстве листов является процесс смотки полосы. Важную функцию при этом выполняют направляющие линейки – обеспечивают центрирование металла по оси прокатки для предотвращения дефектов смотки и повреждения кромок.

Текущий механизм перемещения направляющих линеек перед моталкой №3 стана 1700, изображенный на рисунке 1, представляет собой сложную комбинированную систему. Принцип работы механизма заключается в следующем: крепления 1 (рис. 1), на которые устанавливаются линейки рольганга, перемещаются посредством гидроцилиндра 2 через систему рычагов 3. Крепления 1 жестко связаны с катком 4, скользящим от привода по валу 5. Для синхронизации движения линеек используется реечный механизм 6, представленный на рисунке 2, жестко связывающий линейки.

В существующей схеме гидроцилиндры 2 работают в связке с реечным механизмом 6, который используется для механической синхронизации линеек. Это приводит к значительному увеличению количества элементов (зубчатые рейки, шестерни, валы, подшипниковые узлы), что, является конструктивно нецелесообразным. Большое число сопрягаемых деталей увеличивает суммарный люфт системы, затрудняя прецизионное позиционирование.

Кроме того, механизм работает в зоне интенсивного воздействия высоких температур (температура сматываемой полосы составляет 580–750°C) и воды, подаваемой на охлаждение. В таких условиях открытые элементы реечной передачи подвергаются абразивному износу из-за попадания окалины. Это требует частых остановок для очистки и смазки, что снижает коэффициент технического использования стана.

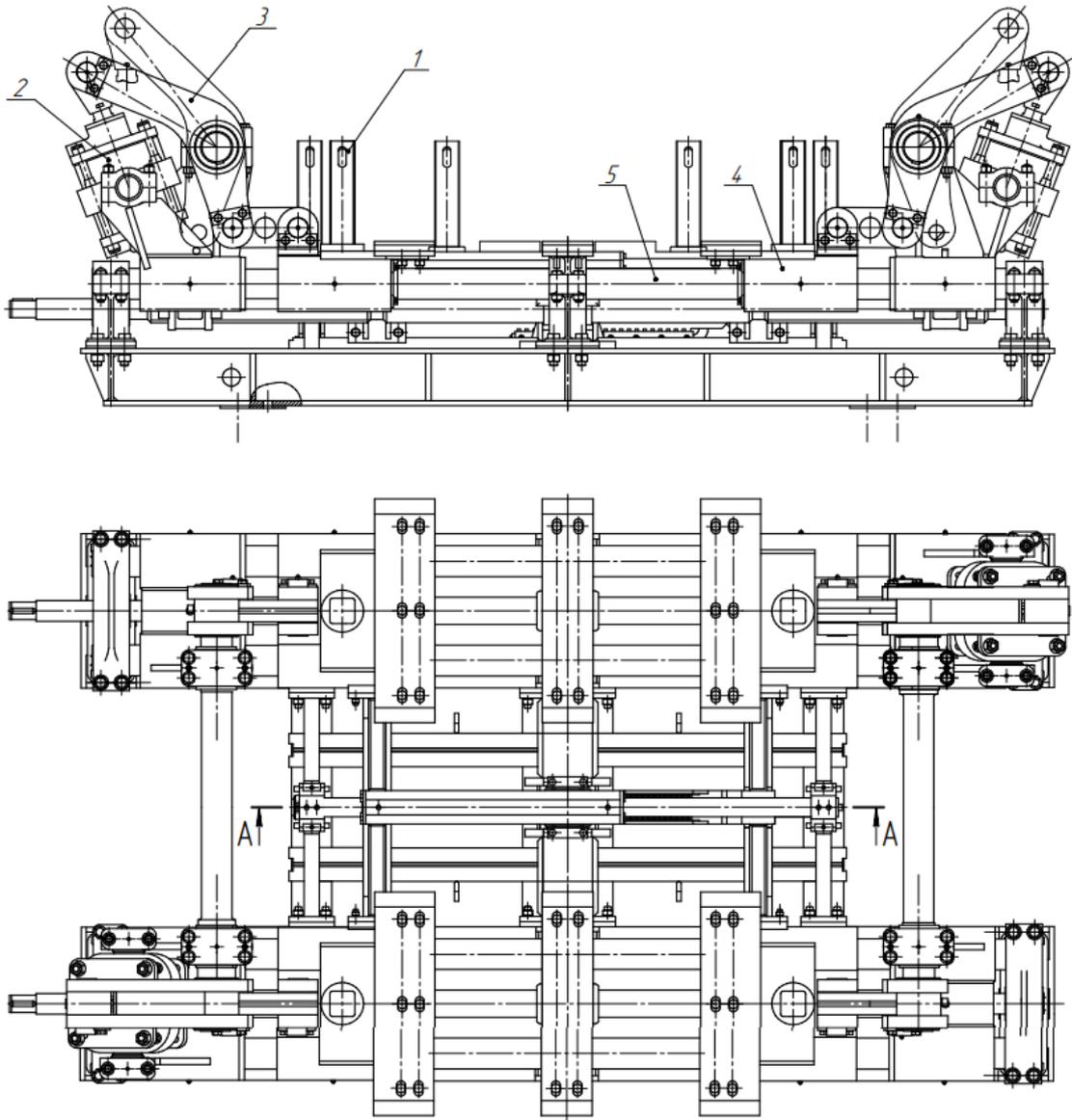


Рис. 1. Механизм перемещения направляющих линеек

Также стоит учитывать, что при скоростях прокатки и намотки до 12 м/с передний конец полосы может иметь отклонения от оси. Силовой контакт боковой кромки полосы с линейками на таких скоростях приводит к кинематическим ударам. Существующий реечный механизм, обладая высокой жесткостью и инерционностью, плохо демпфирует эти удары, что может привести к поломкам зубьев реек и повреждению штоков цилиндров.

Недостаточная точность или сбой в работе линеек из-за износа механических частей могут вызвать появление «угла атаки» (изгиба переднего конца полосы вверх), что в условиях высокой скорости приводит к «парению» полосы, её складыванию вдвое и созданию аварийной ситуации перед захватом барабаном моталки.

Таким образом, можно выделить следующие основные критические недостатки текущей конструкции:

- кинематическая сложность и избыточность;
- тяжелые условия эксплуатации и износ;
- динамические нагрузки и «кинематические удары»;
- риск аварийных ситуаций.

A-A(1:5)

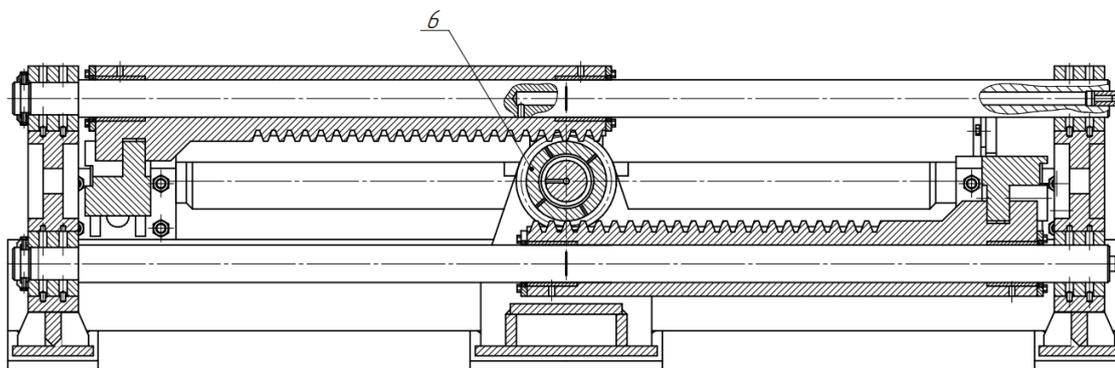
Механизм перемещения линеек условно не показан

Рис. 2. Реечный механизм

Таким образом, анализ показывает, что сочетание гидравлического привода с громоздкой механической синхронизацией является наиболее уязвимым местом в надежности агрегата, создавая неоправданно высокие затраты на обслуживание при риске снижения качества смотки рулонов.

Целью работы является реконструкция механизма перемещения направляющих линеек перед моталкой №3 широкополосного стана 1700. Реализация проекта направлена на снижение простоев оборудования ЛПЦ-1 за счет упрощения конструкции узла и повышения его эксплуатационной надежности.

Для устранения выявленных недостатков предлагается провести реконструкцию механизма перемещения линеек перед моталкой №3, исключив из его состава реечный синхронизирующий механизм. Новая концепция основывается на переходе к индивидуальному гидравлическому приводу каждой направляющей линейки, что соответствует современным тенденциям автоматизации прокатного оборудования.

Анализ различных приводов показал, что гидравлический привод наиболее подходит для реконструкции.

Основные проектные решения:

- Переход к независимой кинематике;
- Прецизионное позиционирование и программная синхронизация;
- Динамическое демпфирование «кинематических ударов»;
- Повышение эксплуатационной надежности в агрессивной среде;
- Адаптивность к сортаменту.

В обновленной конструкции каждая линейка приводится в движение собственным гидроцилиндром. В качестве исполнительных механизмов предлагается сохранить или адаптировать цилиндры с характеристиками, близкими к паспортным, но работающими независимо. Это позволяет полностью демонтировать промежуточные валы, зубчатые рейки и шестерни, упрощая конструкцию и снижая общую металлоемкость узла.

Вместо жесткой механической связи линеек предлагается использовать систему управления с обратной связью. Для этого каждый гидроцилиндр оснащается встроенным датчиком линейного перемещения, который обеспечивает точность позиционирования в пределах 1–2 мм. Программная синхронизация в системе САУ позволяет исключить перекосы и обеспечивать симметричный «раствор» линеек в диапазоне 710–1710 мм.

Гидравлический привод обладает способностью демпфировать ударные нагрузки. Это критически важно при контакте боковой кромки полосы с линейкой на скоростях до 12 м/с, когда возникают резкие силовые воздействия. В отличие от

жесткой реечной передачи, гидравлическая система с предохранительными клапанами способна мгновенно компенсировать энергию удара, предотвращая поломки оборудования и изгиб («взлет») переднего конца полосы.

Исключение открытых зубчатых зацеплений из зоны прокатки решает проблему абразивного износа под воздействием окалины. Гидравлические узлы более устойчивы к температурным нагрузкам (рабочее давление в системе 12,5–13,5 МПа). Это существенно снижает трудозатраты на техническое обслуживание и частоту внеплановых простоев моталки №3.

Независимое управление линейками позволяет реализовать алгоритм «онлайн центрирования», при котором линейки могут смещаться асимметрично относительно оси прокатки для компенсации серповидности полосы, выявленной датчиками положения. Это повышает качество смотки рулонов, предотвращая образование дефектов и повреждение кромок.

После выявления всех недостатков было принято решение отказаться от синхронизации перемещения линеек осуществляющееся посредством реечной передачи в пользу управления гидроцилиндрами 1 (рис. 3) с автоматической системой управления, обеспечивающей точное позиционирование за счет датчиков. Также при разработке решения по реконструкции механизма перемещения линеек учтена возможность размещения нового оборудования на месте старого. Гидроцилиндр 1 перемещающий траверсу 2, на которой крепятся линейки 3, устанавливаются на сварной раме 4, устанавливаемой на месте демонтируемого оборудования.

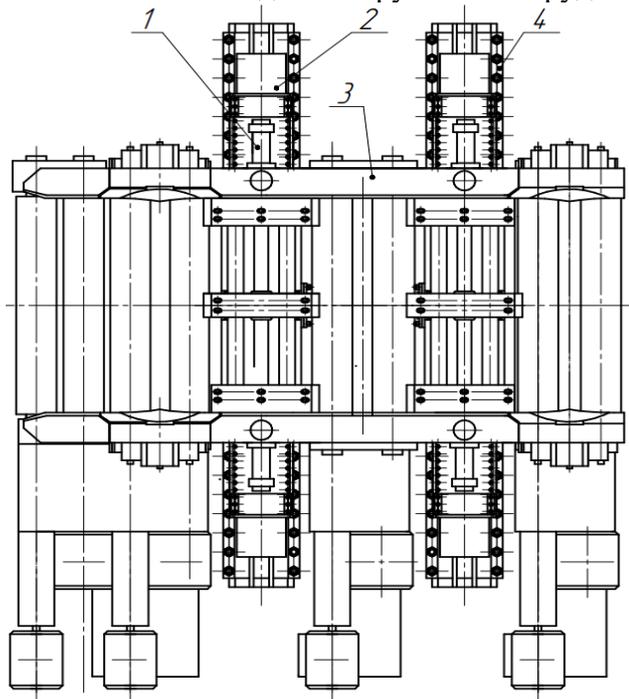


Рис. 3. Участок отводящего рольганга с новым приводом

Таким образом, предлагаемое решение переводит механизм из разряда чисто механических систем в класс мехатронных узлов. Исключение из состава устройства избыточной реечной синхронизации и открытых зубчатых зацеплений решает проблему их интенсивного абразивного износа под воздействием окалины и температур до 750°C. Сокращение общего количества деталей значительно повышает ремонтпригодность узла и снижает трудозатраты на регламентное техническое обслуживание, что позволяет увеличить межремонтный интервал и минимизировать время внеплановых простоев стана 1700.

Предлагаемое конструкторское решение обладает следующими достоинствами:

- упрощение конструкции: сокращение общего количества деталей узла более чем на 30% за счет демонтажа реечного механизма;
- повышение надежности: снижение внеплановых простоев стана, связанных с поломками направляющих линеек перед моталкой №3;
- уменьшение выпуска брака продукции по геометрическим дефектам смотки рулонов.

В результате реконструкции была решена задача вписаться в те же габариты фундаментных плит отводящего рольганга, что позволило исключить необходимость дорогостоящего изменения строительных конструкций и минимизировать время простоя стана при монтаже новых узлов.

Предлагаемая реконструкция соответствует вектору развития систем автоматизации ПАО «Северсталь», обеспечивая переход от громоздких механических систем к прецизионным мехатронным комплексам. Внедрение подобных интеллектуальных узлов с программной синхронизацией не только стабилизирует процесс смотки на высоких скоростях, но и создает необходимый технологический задел для освоения новых видов продукции с жесткими требованиями к качеству кромок и плотности намотки, таких как высокопрочные стали серии POWERS.

Литература

1. *Королев А.А.* Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов. М.: Металлургия, 1985. 376 с.
 2. *Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М.* Машины и агрегаты металлургических заводов. Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката. М.: Металлургия, 1988. 680 с.
 3. *Матвеев В.М., Сникковский Д.Е., Хорьков В.Б.* Устройство для направления и центрирования листового и полосового проката: пат. 64537 Российская Федерация. 2007, Бюл. №19.
-