

В.И. Мальцев
МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ КЛЕТЕЙ СОРТОВЫХ СТАНОВ НТМК С
ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРОКАТКИ

Сортовые станы НТМК (рельсобалочный и крупносортовый) относятся к станам линейного типа, рабочие клетки которых расположены в две линии. Черновая линия состоит из обжимной дуореверсивной клетки, чистовая - из двух клеток трио с общим приводом и одной дуо (или универсальной для прокатки двутавровых балок), снабженной индивидуальным приводом.

Рабочие клетки чистовой линии открытого типа. Крышка к стойкам станины крепится клиньями. Верхние и нижние валки в клетях трио регулируются относительно среднего вала ручными нажимными устройствами. Подшипники у всех клеток текстолитовые с водяным охлаждением. При прокате широко применяются как стальные, так и чугунные валки.

Рабочие клетки рельсобалочного стана по конструкции аналогичны клетям стана 650, за исключением одной клетки дуо, рабочие валки которой установлены на подшипниках качения, и станина имеет устройство для жесткого соединения крышки к стойкам станины.

С целью определения основных направлений модернизации существующих клеток были проведены расчеты упругой деформации клетки, экспериментальные исследования изменения межвалкового зазора и точности профилей.

Используя экспериментальные данные по измерению давления при прокатке, были определены расчетные значения упругой деформации и модуля жесткости клеток и их элементов.

Установлено, что для клеток трио деформация валковой системы составляет 83,6-89,7%, станины 5,16-10,5% нажимного механизма и предохранительного стакана 4,4-7,6% общей деформации. Модуль жесткости клеток трио для рельсобалочного стана составил 1050 и 1140 Мн/м, а для стана 650 - 750 и 1090 Мн/м соответственно для черной и предчистовой клеток.

Жесткость чистовых клеток должна быть значительно больше, чтобы обеспечить естественное выравнивание полосы в процессе прокатки.

Расчеты показали, что жесткость чистовой клетки дуо стана 650 составляет 1150 Мн/м, а универсальной клетки рельсобалочного стана - 2160 Мн/м.

Расчетные значения величины упругой деформации клеток сравним с экспериментальными. Так, для черновой клетки расчетом получены значения упругой деформации, равные 1,85 и 2,07 мм, а экспериментальные - 2,03 мм. В предчистовой клетки соответственно сравним 1,03 и 1,8 мм с 1,02 и 1,74 мм. Видно, допущения при расчете упругой деформации незначительно влияют на их значения.

Аналогично близкие значения упругой деформации получены и для чистовых клеток.

Анализ полученных значений модулей жесткости клеток показывает, что от первой клетки к третьей его значения увеличиваются, что является необходимым условием при прокатке сортовых профилей в связи с увеличением сопротивления деформации.

Используя значение общего коэффициента выравнивания (K_v) и по пропускам K_{v1} , определим $K_v = K_{v1} / K_v$,

$$K_{v1} = h / h \quad h / h ;$$

h и h - среднеквадратичное отклонение толщины полосы до и после прокатки;

h и h - средняя толщина полосы до и после прокатки.

Исследованиями установлено, что при существующей жесткости прокатных клеток на стане 650 общий коэффициент выравнивания при прокатке швеллеров равен 0,69; двутавровых балок - 0,53.

Так как K_v 1, то, следовательно, относительная разнотолщинность при прокатке увеличивается и клетки не обеспечивают получение точного проката.

Толщина полосы после прокатки (h) определяется величиной межвалкового зазора и упругой деформации клетки.

Начальный зазор между валками не остается постоянным, а изменяется в процессе прокатки. При горячей прокатке зазор изменяется из-за нагрева, износа и биения валков, износа текстолитовых подшипников.

Износ текстолитовых подшипников вызывает постепенное увеличение зазора, следовательно, и толщины полосы не только в партии прокатываемого металла, но и длине

отдельной полосы. Влияние износа подшипников на точность прокатки можно устранить или свести к минимуму постоянным контролем и настройкой зазора между валками.

Экспериментальными исследованиями установлено, что при прокатке двутавровой балки 22 износ подшипников клетей трио изменялся в пределах 0,03-0,673мм/ч, или 0,31-6,0мм на 1 тыс.т прокатываемого металла /1/. Средний износ подшипников верхнего и нижнего валков составил 0,08мм/ч.

Максимальное увеличение зазора между валками нижнего горизонта черновой клетки составило 0,71мм, а в предчистовой клетки - 0,27мм. Для клетки дуо при прокатке круглого профиля диаметром 80мм изменение межвалкового зазора составило 0,13мм.

При исследовании стойкости подшипников изучались качество поверхности шеек валков, качество текстолита, химический состав и температура охлаждающей воды, анализировались условия технической эксплуатации валков и др.

Биение валков при сортовой прокатке можно приблизительно разделить на два вида. Собственно биение валков, получаемое при переточке валков, представляет собой синусоиду с амплитудой 0,13мм (клеть трио). Для универсальной клетки максимальная (суммарная) величина биения валков по калибру достигла 0,14мм, или 0,036мм (среднее квадратическое отклонение). Биение валковой системы и привода достигало в клетях трио 0,4мм (получено экспериментально путем прокатки мягкой стальной проволоки).

Сравнивая средние квадратичные отклонения при прокатке двутавровой балки 22 и прокатки проволоки (0,069 и 0,036мм) видим, что доля биения в общей разнотолщинности полосы занимает 52%.

Давление металла на валки, оцененное коэффициентом вариации ($V = \frac{\sigma}{\mu}$), изменялась в пределах 1,49 - 17,2%, хотя абсолютные колебания давления достигали 53% при прокатке швеллера 16, 44% при прокатке двутавровой балки 19 и 40% при прокатке уголка 160 x 160 x 10. При таких колебаниях давления разнотолщинность полос указанных профилей составляла 0,38, 0,49 и 0,40мм соответственно.

Таким образом, приведенные данные по расчету и экспериментальному исследованию упругой деформации клетей, износу подшипников, биению валков, давлению металла на валки и их влиянию на разнотолщинность позволили выделить ряд направлений модернизации существующих прокатных клетей. Рассмотрим некоторые из них.

Повышение жесткости станины. Из экспериментальных данных видно, что деформация узла крепления крышки к стойкам станины сопоставима с деформацией станины клетки.

На практике при эксплуатации клетей в горизонтальном разъем станины забиваются дополнительные клинья, обеспечивающие предварительное напряжение узла крепления станины.

Для рабочих клетей стана 650 переработан узел клинового крепления крышки к стойкам станины, для двух клетей трио разработано и испытано устройство предварительного напряжения станины. Данные мероприятия позволили повысить жесткость опоры валков с 160 до 194 Т/мм и уменьшило отдачу крышки в горизонтальном разьеме более чем в 3 раза. Точность полос повысилась примерно в 1,5-2 раза.

Предварительное напряжение клетей. При сортовой прокатке в клетях трио и дуо наиболее рациональными могут быть схемы, предусматривающие распор валков по шейкам или подушкам валков /2/. Усилие распора при различных схемах напряжения может действовать и в направлении, и против усилия прокатки. Последним определяются назначение устройства и максимальная величина усилия распора, которые необходимы для достижения требуемой точности профилей.

Е клетях трио с клиновым креплением крышки к стойкам станины гидравлические устройства распора валков могут быть установлены между подушками верхнего и среднего валков с целью получения точного подката для чистовой и универсальной клетей. При этом шейки валков защемлены подшипниками по всей их длине, что приводит к уменьшению прогиба валков.

В чистовой клетии дуо возможна установка гидроцилиндров под нажимные винты, тогда предварительное напряжение получает опора валков (или между валками).

Испытания гидравлического распора валков на стане 650 показали, что в процессе прокатки почти полностью исключается влияние биения привода валков (трефовых муфт и шпинделей), неравномерного износа подшипников, качества крепления крышки к стойкам станины и т.д. При этом с целью уменьшения износа подшипников и возможности регулирования межвалкового зазора напряжения клетки прокатки полосы производятся только на некоторое время.

Экспериментально установлено, что усилие распора при предложенных схемах не превышало 0,7 усилия прокатки, прогиб валков при заземлении уменьшается на 0,1мм, жесткость опоры валков увеличивается на 6,5%.

По вышерассмотренной зависимости коэффициент выравнивания при прокатке швеллера 18 в обычной клетки без распора составил в 4-м калибре $K_v = 1,09$, а в 6-м калибре $K_v = 0,84$. При прокатке в клетки трио с распором $K_v = 1,78$ и $K_v = 1,07$, что подтверждает снижение продольной разнотолщинности полос. Было также установлено значительное (в 2 раза) сокращение колебания массы погонного метра профилей в партии металла. Например, при прокатке швеллера 18 это снижение составило 1,45% против 2,8%.

При прокатке двутавровой балки 22 с распором валков проведено измерение давления металла на валки. Усилие распора изменялось в пределах 0,13 - 0,53 от усилия прокатки. Коэффициент вариации давления изменялся с 11,7% до 4,8% при $P/P = 0,38$, т.е. более чем в 2 раза.

В ряде конструкций клеток сортовых станов рабочие валки установлены на подшипниках качения. Нашими исследованиями установлено, что оборудование этих клеток различными системами напряжения, в том числе и гидравлическим распором по подушкам, дает возможность повысить коэффициент выравнивания до 2 и более при отношении усилия распора к усилию прокатки не более 0,4 /3/.

Такие клетки (одна или две) могут быть использованы только в качестве чистовых или предчистовых на современных станах.

Разработка устройств автоматической компенсации износа текстолитовых подшипников. В 1986г. Минчермет СССР принял программу модернизации рабочих клеток сортовых

станов с обеспечением их устройствами напряжения клетей и системами автоматической компенсации износа подшипников /3/.

Опыт КМК по использованию указанных систем показывает, что только на стане 450 получена экономия металла 3,7% за счет устойчивой прокатки в поле минусовых допусков и годовой экономический эффект составил 313 тыс.р.

При разработке и внедрении систем компенсации износа подшипников следует решить ряд вопросов, а именно: улучшить качество поверхности шеек валков, повысить качество неметаллических подшипников (наш опыт показывает, что присадка дисульфат молибдена и других составляющих способствует повышению стойкости подшипников), решить вопрос качества, температуры и количества охлаждающей воды и др. На практике после отработки валки складываются обычно в пирамиду, где хранятся длительное время до следующей партии. За это время вся поверхность валка, в том числе и шейка, подвергаются коррозии. На стане 650 ранее все отработанные валки опускались в ванну, залитую ингибитором, перед установкой валков шейки валков шлифовались шкуркой, смазывались смазкой. Категорически запрещалось перевозить валки, закрепленные тросом за шейки (особенно чугунные).

Не решив эти и другие вопросы по увеличению стойкости подшипников, не добиться значительной эффективности от систем автоматической компенсации износа.

Итак, внедрение указанных направлений позволит обеспечить устойчивую прокатку профилей в минусовом диапазоне допусков и получить дополнительную экономию металла в пределах 3-4%.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Мальцев В.И. Анализ стойкости текстолитовых подшипников стана 650М., 1983. 12 с. Деп. в ВНИТИ 15.07.83, № 7.

2. Мальцев В.И. Влияние схемы напряжения прокатной клетки и типа подшипников на продольную разнотолщинность, М., 1986. 12 с. Деп. в ВНИТИ 10.02.86, № 2.

3. Уральский В.И., Скрыбин Н.П., Диденко В.В.//Сталь. 1987. №7. С.60-63.