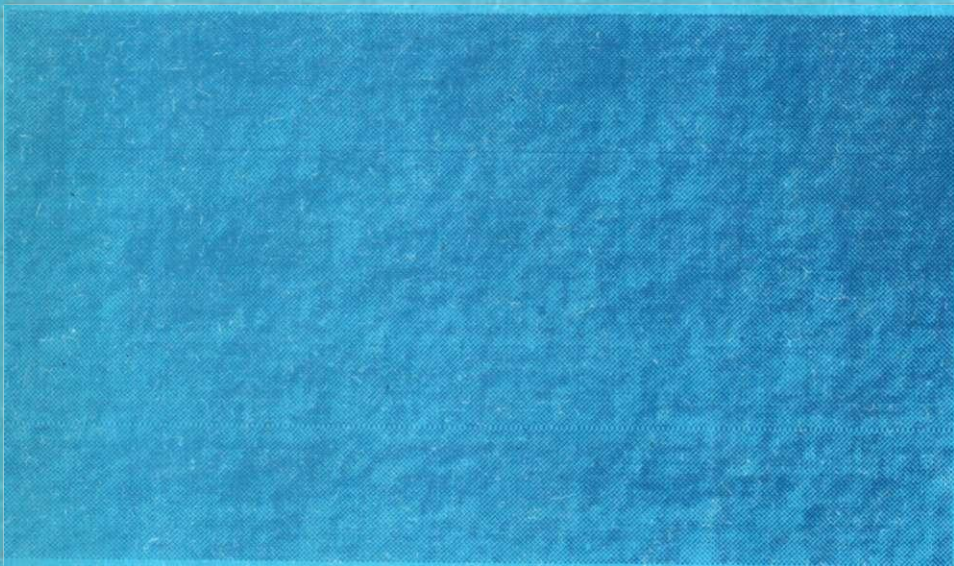




АПП

**Автоматизация
производственных
процессов**



*Всеукраинский
научно - технический
журнал*



К И Е В 1 9 9 5

Силовая и деформационная калибровка клетей листопрокатных станов

Ю. Б. Беляев, канд. техн. наук

В последнее время на различных прокатных станах применяются силозадающие гидравлические устройства (калибраторы), с помощью которых [1] производят метрологическую аттестацию, периодическую поверку и настройку каналов измерения сил прокатки непосредственно в клетях, что позволяет повысить точность измерения путём определения реальных коэффициентов передачи сил от очага прокатки металла по клетю к местам установки преобразователей (мессдоз).

Конструкции калибраторов совершенствуются с целью расширения их функциональных возможностей. Так, калибраторы (рис. 1), изготавливаемые НПК "КИА", позволяют качественно и количественно оценить деформационные характеристики клетей под действием образцовых сил, адекватных давлению металла на валки при прокатке, т. е. получить криволинейные упругие характеристики — зависимости от сил распора валков упругого приращения зазора в нескольких точках вдоль бочки валков (в рабочей зоне — очаге прокатки).

Учёт этих характеристик повышает точностные показатели систем настройки стана и систем регулирования геометрических параметров проката: толщины, профиля, формы.

В калибраторе имеется высокоточная контрольно-измерительная аппаратура и электронный блок обработки и согласования информации, задаваемой гидродомкратами и получаемой от мессдоз. Таким образом реализуется силовая и деформационная калибровка клетей, определяется упругая линия прогиба валков.

Конструкция компактного короткоходового гидродомкрата выполнена в виде большой по диаметру мембранной коробки с высокими и стабильными метрологическими характеристиками за счёт многослойных мембран, малочувствительных к перекосам оси приложения силы до $7-12^\circ$. Этот элемент одновременно является гидрошарниром, отслеживающим люфты клетей и деформацию линии упругого прогиба валков. Погрешность измерения больших сил $\pm 0,2\%$ достигается применением новых технологий гидроштампковки гофров мембран и специальным антифрикционным покрытием слоёв в пакете мембран, уменьшающим силы трения.

Дальнейшее совершенствование конструкции калибратора [2] позволило увеличить точность силовой калибровки клетей с мессдозами. Суть его (рис. 2) заключается в определении поправочных передаточных коэффициентов K за счёт работы крайних нагружающих гидродом-

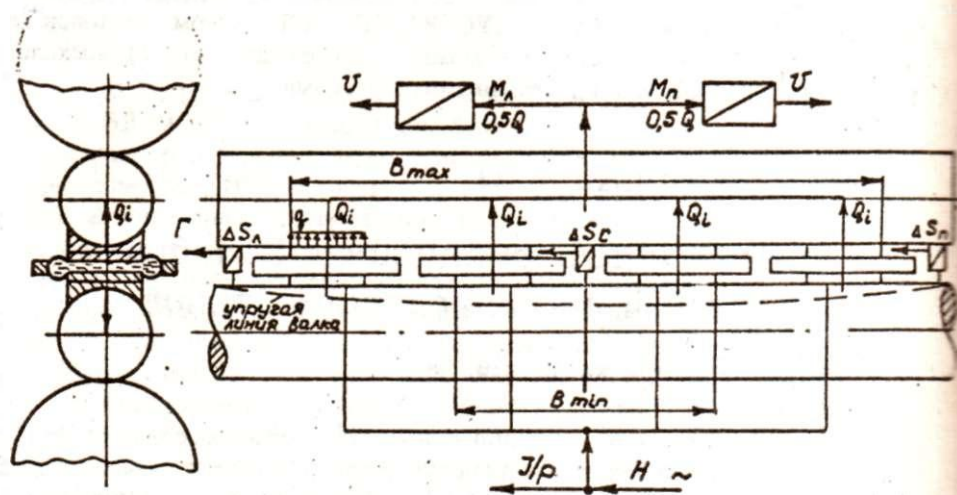


Рис.1. Принципиальная схема гидравлического калибратора силы и деформации клет: M_x, M_n — левая и правая мессдозы; Γ — гидродомкраты калибратора; q — давление на валки; Q_i — сила, эквивалентная давлению; V — выходной электрический сигнал мессдоз, пропорциональный входному воздействию — силе; $\Delta S_x, \Delta S_c, \Delta S_n$ — приращение межвалкового зазора слева, посередине и справа бочки валков под воздействием силы, измеряемые датчиками перемещения; B_{max}, B_{min} — максимальная и минимальная ширина листа; p — давление в гидросистеме калибратора; I — выходной электрический сигнал датчика давления в гидросистеме калибратора; H — гидронапор

кратов "грубой" силы с выходом к реперной точке номинальной статической характеристики мессдоз, а затем включением центрального точного динамометра, догружающего клеть "малой" силой. Функцию динамометра выполняет гидродомкрат, снабжённый переключкой, разделяющей мембранную коробку на нагружающую и измерительную полости. В нём мембраны выполнены малой жёсткости за счёт применения металлических и неметаллических чередующихся слоёв.

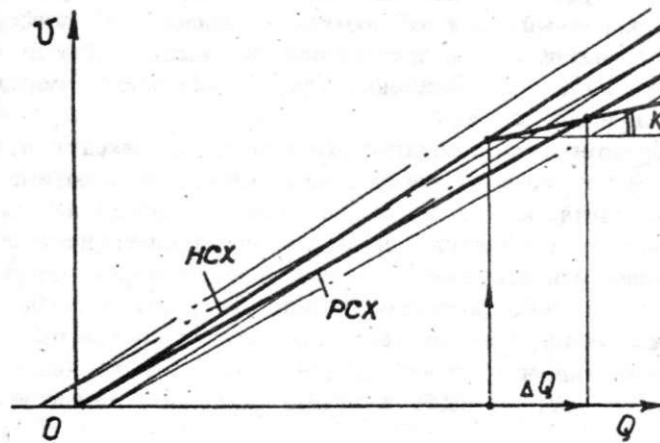


Рис.2. Схема реализации нового способа силовой калибровки клет с мессдозами: NSX — паспортная номинальная статическая характеристика канала измерения силы прокатки, полученная при выпуске из производства; PSX — реальная статическая характеристика мессдоз, установленных в клет; γ, γ_0 — поле допуска канала измерения сил прокатки до и после калибровки

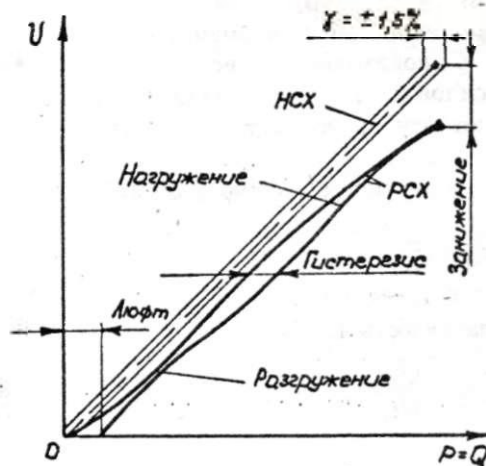


Рис. 3. Номинальная и реальная зависимости выходных характеристик мессдоз в клетке от входного воздействия калибратора силы: P — сила прокатки; Q — сила, задаваемая образцовым калибратором; 1 — НСХ; 2 — РСХ; 3 — люфт; 4 — разгрузке; 5 — петля гистерезиса; 6 — нагружение; 7 — занижение

с мессдозами и одновременное измерение приращения межвалкового зазора вдоль упругой линии бочки валков вплоть до установки их параллельности.

2. Используемая в калибраторах конструкция гидродомкратов с многослойными мембранами, обладающая высокими метрологическими свойствами и эксплуатационными преимуществами, может быть рекомендована для применения в качестве исполнительных механизмов точного позиционирования (малых перемещений до 20 мм) и регулирования больших сил.

3. Модификация калибратора силы с центральным динамометром, верхний предел измерения силы которым намного меньше общей нагрузки, позволяет повысить точность измерения сил прокатки металла.

Пример реальной зависимости выходного сигнала мессдоз от силы распора валков образцовым калибратором приведен на рис. 3. Если сопоставить полученную двузначную кривую линию с паспортной номинальной статической характеристикой, полученной на прессе при выпуске мессдоз из производства, то налицо — занижение выходного сигнала, которое при номинальной силовой нагрузке достигает 12-32% в клетях станков разных типов.

Ширина петли гистерезиса

$$\delta^p = \frac{P_k - P_p}{P_k} \quad (1)$$

Получив коэффициенты K на отдельных реперных участках характеристики мессдоз, производят их перенастройку с восстановлением паспортной номинальной статической характеристики.

Таким образом можно заключить, что:

1. Калибраторы силы и деформации, воспроизводящие прямым способом нагрузку клетки в очаге прокатки, адекватную воздействию металла на валки, являются метрологическими образцовыми средствами, обеспечивающими в условиях металлургического производства новую технологию оперативной градуировки силового контура каждой клетки

где P_n — номинальная сила, предписанная каналу измерения в паспорте; P_p — реальная сила, воспринимаемая месдозами в клетке стана.

Полученные на практике при исследовании разных типов станов экспериментальные характеристики упругой деформации клетей приведены на рис. 4. Кривая линия С показывает зависимость приращения межвалкового зазора ΔS под силовой нагрузкой $P=Q$ по оси клетки. Кривые линии П и Л показывают эту зависимость по краям бочки рабочих валков.

По приведенным характеристикам рис. 4 можно оценить жёсткость клетки

$$M = \frac{\Delta P}{\Delta S} \quad (2)$$

или обратный показатель — податливость клетки

$$\Pi_k = \frac{\Delta S}{\Delta P} \quad (3)$$

Жёсткость валковой системы

$$M_v = \frac{\Delta P}{\Delta S_c - 0,5(\Delta S_n - \Delta S_l)} \quad (4)$$

Жёсткость клетки при непараллельности межвалкового зазора

$$M_n = \frac{\Delta P}{\Delta S_n - \Delta S_l} \quad (5)$$

Вышеприведенные результаты используются как при настройке оборудования, систем автоматического регулирования толщины, профиля и

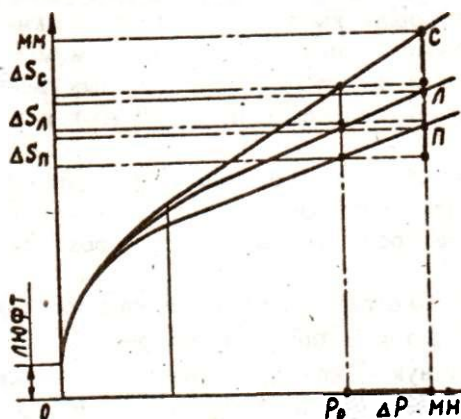


Рис. 4. Жёсткость клетки, выявленная с помощью калибратора силы и деформации:

ΔS — приращение межвалкового зазора при воздействии силой; ΔP — приращение силы на участке нагрузки; С — середина валка; П — сторона привода валка; Л — сторона перевалки

формы полосы, технологическом процессе прокатки, так и в системах диагностики состояния оборудования.

В вариантах исполнения калибратора с тремя и более гидродомкратами (см. рис. 1) также появляется возможность определения стрелы прогиба валков с коэффициентом, учитывающим неравномерность распределения силовой нагрузки на валки при прокатке листов и полос наибольшей и наименьшей ширины [4].

Таким образом применение образцовых калибраторов силы и деформации на прокатных станах позволяет исследовать прямым способом напряжённо-деформированное состояние клетей, адекватное воздействию металла на валки при прокатке, метрологическое обеспечение измерения сил прокатки, жёсткость клетей и валковых систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. № 1659150 МКЛ В21В 37/00, приоритет от 27.05.87 г. Устройство градуировки средств измерения усилий прокатки металла в клетях листовых станов /Ю. Б. Беляев. — 1991. — Бюл. № 24.
2. А. с. № 1731319 МКЛ В21В 37/00, приоритет от 07.08.90 г. Способ и устройство градуировки датчиков усилий прокатки металла в клетях /Ю. Б. Беляев и др. — 1992. — Бюл. № 17.
3. А. с. № 1680398 МКЛ В21В 37/00, приоритет от 01.08.88 г. Способ определения жёсткости прокатной клетки /Ю. Б. Беляев и др. — 1991. — Бюл. № 36.
4. Ксензук Ф. А., Троценков Н. А., Чекмарёв А. П., Сафьян М. М. Прокатка автолистовой стали. — М. : Металлургия, 1969. — 296 с.