

1

10.10.

ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ

АВТОМАТИЗАЦИЯ  
 ПРОКАТНЫХ  
 СТАНОВ

Автоматизация прокатных станов 1976

ЗАКАЗ № 117129  
 1. Название источника Сб. Автоматизация прокатных станов: М., Металлургия

Заполняется в ИСЦ			
М	К	Ф	
к-во копий			
к-во экз.			

Год 1976 Том \_\_\_\_\_ № (м-ц) \_\_\_\_\_  
 2. Название статьи Варианты и конфигурации систем управления на металлургических предприятиях  
 Автор Тартаковский В. П. стр. 255-262  
 3. Источник информации РМ, «Металлургия»

Год 1976 Выпуск № 11 Реферат 132

Адрес заказчика: 252655, Киев 135,  
ул. Петра Кривоноса 22 (Куда:) Ин-т автоматизации  
СНТИ

(Комп.) 10.10.76

*И. И. ТАРТАКОВСКИЙ, Ю. Б. БЕЛЯЕВ, П. Д. ШЕВЧЕНКО*

**ТАРИРОВОЧНОЕ И НАГРУЖАЮЩЕЕ  
СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ  
УСТРОЙСТВО ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ**

АСУ ТП прокатного производства содержат ряд датчиков контроля и измерения параметров прокатки, важнейшим из которых является давление металла на валки клетей станов, определяющее режимы обжатия.

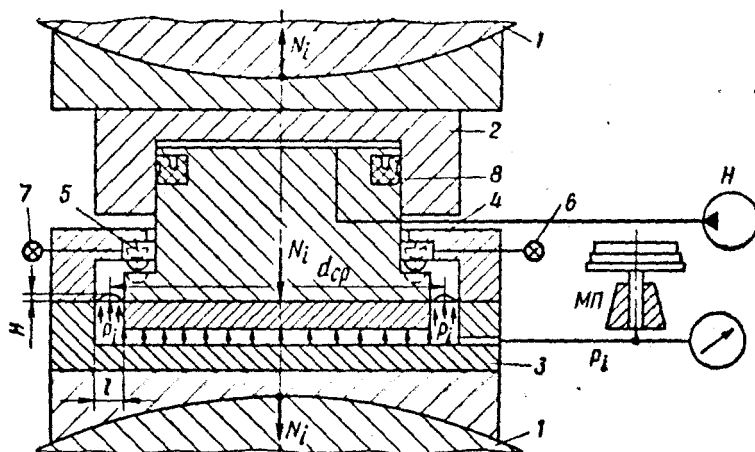
В СССР и за рубежом измерение усилий прокатки осуществляется косвенными методами по деформациям элементов клетей различными типами мессдоз: тензорезисторными, магнитоупругими и др. Но точность измерения этими приборами недостаточно высокая вследствие отсутствия поверочных точных устройств для градуировки и периодического контроля показаний мессдоз на местах их установки в клетях.

Попытка создания мессдоз, содержащих тарировочное устройство в виде гидродомкрата, не дает удовлетворительных результатов вследствие того, что полость его, являясь нагружающим элементом, содержит уплотнение плунжерной пары, вводящее зна-

чительные неконтролируемые переменные силы трения, не позволяющие использовать эту полость в качестве измерителя точного давления, т. е. гидродомкрат не может служить поверяющим прибором высокого класса точности.

Для блюминга 1500 НТМК Институт автоматки разработал нагружающее и силоизмерительное устройство повышенной точности типа УСТГ-1, позволяющее тарировать тензодатчики деформации клетки от давления металла на валки при прокатке.

Привод нажимных винтов блюминга рассчитан на выполнение установки необходимого зазора между валками при отсутствии



Устройство силоизмерительное тарировочное гидравлическое УСТГ-1

горячего металла в клетке, поэтому возникла необходимость создания комбинированного тарировочного устройства, способного при любом межвалковом зазоре одновременно создавать необходимые усилия распора валков и измерять их с высокой точностью.

Имитация усилий прокатки (см. рисунок) осуществляется при отсутствии вращения валков в статическом режиме установкой устройства между валками 1 блюминга, однако, учитывая, что при каждом проходе величина обжатия металла незначительная по сравнению с диаметром валка, погрешностью, вносимой установкой устройства симметрично общей вертикальной оси валков, пренебрегаем, хотя возможна установка его и не симметрично относительно этой оси. Нагружающий гидродомкрат 2 распирает валки, а гидравлическая статическая месдоза 3 мембранного типа измеряет эти усилия с высокой точностью, предъявляемой к поверочным приборам.

Нагружающий гидродомкрат 2 представляет собой уплотненную плунжерную пару, связанную с насосом высокого давления Н. Мездоза соединена с грузопоршневым манометром МП, урав-

новешивая усилия распора валков точно задаваемым и измеряемым давлением рабочей жидкости  $P_i$ .

Фиксация точек тарировочной характеристики осуществляется через определенные дискретные значения давлений, задаваемых грузопоршневым манометром, при этом одновременно фиксируются показания тензодатчиков, установленных на станине клетки блюминга.

Искомое усилие распора от давления металла на валки определяется из условия равновесия мембраны, реагирующей на любое изменение усилия, приложенного к ее жесткому центру, вычисляемого по формуле

$$N_i = P_i F_{\text{эф}} - G \mp Q_{\text{упр}} \quad (1)$$

где  $N_i$  — измеряемое усилие, тс;

$P_i$  — текущее дискретное значение давления, кгс/см<sup>2</sup>;

$F_{\text{эф}}$  — эффективная площадь мембраны, см<sup>2</sup>;

$G$  — вес жесткого центра мембраны, кгс;

$Q_{\text{упр}}$  — сила упругости материала мембраны, кгс.

Для точного определения усилия необходимо как можно более точно знать величины слагаемых формулы (1).

Основным, определяющим искомую величину  $N_i$ , слагаемым является давление  $P_i$ , высокая точность измерения которого осуществляется грузопоршневым манометром.

Эффективная площадь  $F_{\text{эф}}$  определяется известными приемами. Вес подвижных частей  $G$ , составляющих жесткий центр, известен.

Существенным источником погрешности измерения может служить неточное знание силы упругости  $Q_{\text{упр}}$  материала мембраны, к которой предъявляются противоречивые требования: минимальная жесткость при безусловной достаточной прочности.

Известная методика расчета чувствительных элементов измерительных приборов для данного случая не может быть применена ввиду наличия в ней ряда допущений и ограничений, не учитывающих высокие давления рабочей жидкости (1000 кгс/см<sup>2</sup>) и относительно большие геометрические размеры мембран (средний диаметр гофра  $d_{\text{ср}} = 500-700$  мм).

Авторами принята упрощенная методика расчета для мембран подобного типа, получившая экспериментальное подтверждение. Она основана на том, что рассматривается нагружение не всей мембраны с жестким центром, заземленной по внешнему контуру, а только кольцевой ее части, ограниченной корпусом и жестким центром. Ввиду малости отношения ширины кольца к диаметру рассматривается двухмерная задача: вырезается участок единичной ширины и рассматривается как консольный брус с заданным перемещением свободного конца, нагруженный равномерно распределенной нагрузкой — давлением жидкости  $P_i$ . Методом подбора геометрических параметров, вычисления напряжений, которые не должны превышать предел текучести материала, определяются основные оптимальные размеры мембраны. Существен-

ное уменьшение влияния жесткости мембраны достигается созданием кольцевого гофра по форме синусоидальной полуволны.

В поставленной практической задаче использована мембрана на стали X25H16Г7АР толщиной 2 мм, шириной кольца гофра  $l = 6,5$  мм, радиусом кривизны волны гофра  $\rho = 15$  мм с высотой полуволны гофра  $H = 4$  мм, ходом жесткого центра  $S = 0,75$  мм от среднего положения мембраны.

Очевидно, что минимальное влияние на точность измерения силы упругости оказывается при среднем нейтральном положении мембраны, о котором сигнализирует электрическая система индикации, представляющая собой группу замыкающих 4 и размыкающих 5 микропереключателей, ход которых соизмерим с ходом мембраны, расположенных в крышке мемброды, и группу лампочек 6, 7 на пульте управления устройством.

Конструктивно УСТГ-1 выполнено таким образом, что плунжер нагружающего гидродомкрата является вместе с тем и жестким центром мембраны, и таким образом одновременно с созданием усилий распора валков клетки блюминга вытесняет жидкость из мемброды в грузопоршневой манометр.

Ввиду отсутствия стандартных уплотнений подвижных соединений на давления выше  $500 \text{ кгс/см}^2$  разработана комбинированная резиновая манжета 8 для плунжерной пары гидродомкрата, обеспечивающая герметичность при незначительных потерях на трение.

Эта манжета сочетает в одной конструкции два элемента, образующих два пояса уплотнения: манжету с сечением в виде усеченного конуса и кольцо с полукруглым сечением. Сочетание этих двух элементов в одной конструкции повышает надежность и долговечность работы. Условия работы единой конструкции намного лучше, чем каждого составляющего элемента в отдельности. Кольцевой пояс не подвержен непосредственному воздействию рабочего давления, кроме того он более жесткий по сравнению с кольцом круглого сечения. Рабочая часть кольцевого пояса не выдавливается в зазор между плунжером и цилиндром; исключены возможности выворачивания пояса при подаче давления и попадания взвешенных частичек на рабочие поверхности поясов, так как первый уплотняющий пояс острой кромкой за счет пружинящих свойств, благодаря начальной величине обжатия, сгоняет жидкость и загрязняющие ее включения со стенок цилиндра, оставляя тонкую пленку, исключая сухое трение. Манжета обеспечивает герметичность при малых давлениях за счет пружинящих свойств, что исключает необходимость установки распорной арматуры.

Испытания манжет показали их надежность и герметичность.

Испытания УСТГ-1 проводились на гидравлическом прессе ИПС-1000. Было проведено 40 серий нагружений — разгрузений УСТГ-1. Зависимость  $N_i = f(P_i)$  на всем диапазоне от  $N_1 = 100$  тс

до  $N_n = 1000$  тс оказалась весьма линейной, причем измерения осуществлялись через 100 тс.

Для оценки величины основной погрешности  $\delta$  были построены графики  $\delta = f\left(\frac{N_i}{N_n}\right)$  по результатам 1, 10, 20, 30 и 40-го циклов нагружения:

$$\delta = \frac{N_i + G - P_i E_{эф}}{N_n} \cdot 100\%.$$

Анализ графиков показал тенденцию мембраны в процессе наработки ресурса (тренировки) улучшать свои характеристики, т. е. снижать влияние жесткости материала на точность измерения, а основная погрешность не превышает 0,6—0,4%. Более длительная тренировка мембран и уточнение расчетных формул должны привести к уменьшению величины основной погрешности.

Таким образом, испытания УСТГ-1 дали удовлетворительные результаты, позволяющие оценить точность измерения этим устройством  $\pm 1\%$ , что намного лучше существующих устройств аналогичного назначения.

УСТГ-1 позволяет с высокой точностью градуировать и поверять датчики давления металла на валки блюминга на местах их установки в клети.

Устройства типа УСТГ можно рекомендовать для оснащения ими всех прокатных станов, особенно тонколистовых, где усилия прокатки являются основным регулируемым параметром технологического процесса, от которого зависит качество проката, производительность стана, долговечность оборудования, причем устройства можно устанавливать как между валками, так и между подушками опорных валков или в другом месте.