

Днепродзержинский государственный технический университет

РАЦИОНАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ МЕСДОЗ ДЛЯ СОРТОВЫХ СТАНОВ

Введение. В практике измерения усилий, возникающих в прокатных станах, широко применяют месдозы различного типа. Наиболее распространёнными из них являются месдозы, чувствительные элементы которых работают на сжатие или на изгиб. Обычно чувствительный элемент, работающий на сжатие, выполняют в виде цилиндра, на поверхности которого вдоль образующей наклеивают проволочные или фольговые датчики.

Р.Б.Симс и другие исследователи [1] экспериментально установили, что для сплошного цилиндрического тела с наклеенными на его поверхности восемью датчиками (четыре активных и четыре компенсационных) при отношении $\frac{H}{D} \geq 1,2$ можно достичь точности $\pm 2\%$. Для получения точности в пределах $\pm 0,1\%$ при любых распределениях нагрузок необходимо, чтобы $\frac{H}{D} \geq 3$.

Таким образом, месдозы, работающие на сжатие, при условии обеспечения указанной точности измерения характеризуются весьма значительными габаритами, что и ограничивает область их применения. Поэтому чаще используются месдозы с чувствительными элементами, работающими на изгиб. И задача заключается в выборе таких конструктивных форм месдоз, которые обеспечили бы получение показаний высокой точности и обладали бы большой надёжностью в работе.

Постановка задачи. Чувствительные элементы могут быть выполнены либо в виде балочки на двух опорах или консольного типа, либо в виде мембраны. Последние являются более удобными в изготовлении и монтаже, установке на стане и обеспечении герметичности в работе. Месдозы мембранного типа обычно представляют цилиндр относительно небольшой высоты с внутренней цилиндрической выточкой. На образовавшееся “донышко-мембрану” наклеивают датчики.

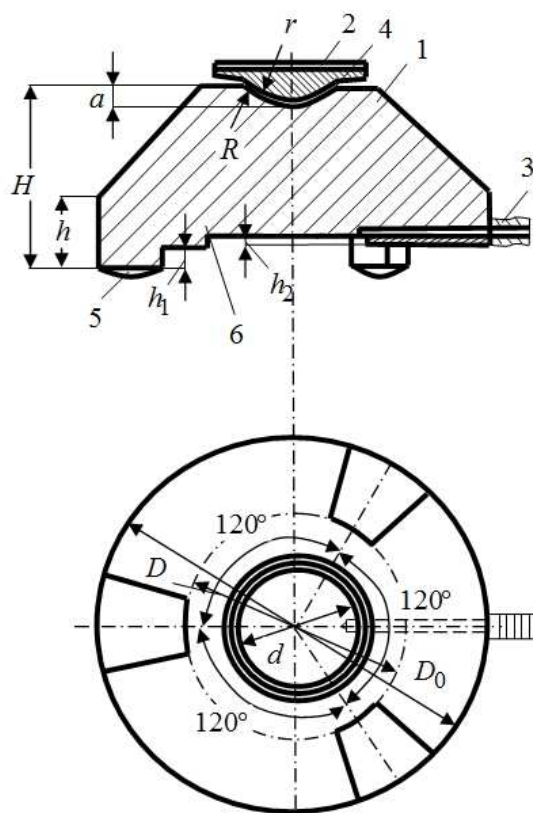
Многочисленные исследования с использованием месдоз этого типа позволили выявить их недостатки: наличие опоры кольцевого типа и прямых наружных углов в зоне мембраны. Особенностью опор кольцевого типа является то, что характер прилегания к поверхности подушки клетки зависит от степени ее обработки, а также от наличия различного рода неровностей, возникающих в процессе эксплуатации стана (вследствие неравномерного загрязнения поверхности и т. д.). В этих условиях, как показал опыт эксплуатации месдоз, степень прилегания опорных поверхностей при градуировке на прессе и при выполнении измерений в производственных условиях существенно различается, что сказывается на характере эпюры напряжений в мембране и на точности показаний. Исследования свидетельствуют, что погрешность измерений в таких случаях может достигать 29-30%.

Кроме того, наличие прямых наружных углов в зоне мембраны, как показали специальные исследования, является причиной нелинейности показаний месдозы в области высоких напряжений.

Поэтому целью данной работы является разработка месдозы, в конструкции которой исключены эти недостатки.

Результаты работы. В ходе исследований была разработана новая конструкция месдозы мембранного типа. Её особенностью (рис.1) является наличие трех опор, представляющих кольцевые секторы, выполненные нацело с телом мембраны и расположен-

ные под углом 120° по отношению друг к другу, а также отсутствие прямых наружных углов в зоне мембраны. В этом случае в мембране создается направленный изгиб независимо от качества опорных поверхностей и даже наличия перекосов.



1 – тело месдозы; 2 – подпятник; 3 – штуцер для подсоединения проводов;
4 – сферическая вогнутость месдозы; 5 – опорная пята; 6 – место наклейки датчиков

Рисунок 1 – Месдоза мембранного типа на трёх опорах

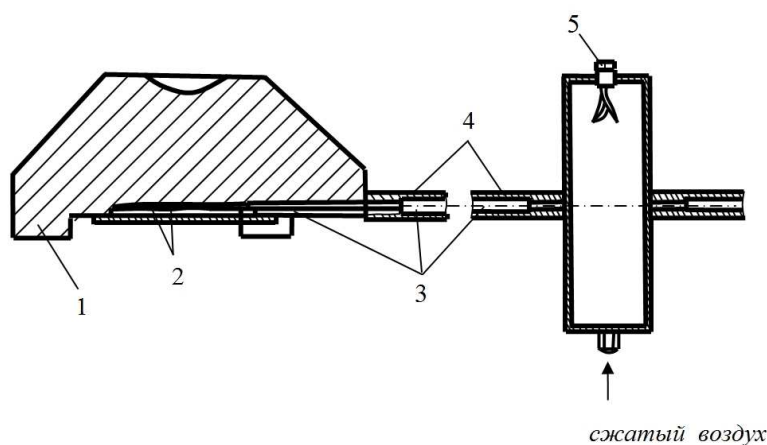
Чтобы предупредить смещение точки приложения нагрузки и создать направленный изгиб между нажимным винтом и месдозой, предусматривают сферический подпятник с радиусом меньшим, чем радиус сферической вогнутости месдозы.

При измерениях месдозы можно выполнять раздельными для определения усилия на каждый винт в отдельности, парными – для определения суммарного давления на оба винта и комбинированными, т.е. работающими как парные и как раздельные, – в зависимости от способа соединения в мост одних и тех же датчиков. Последний тип необходим при исследовании на непрерывных станах, когда количество осциллографируемых параметров очень велико. Комбинированные месдозы позволяют сократить число точек на осциллографе и облегчить труд исследователя. Они необходимы также для того, чтобы установить коэффициент пересчёта для парной и раздельных месдоз при работе на различных калибрах.

Многokrатно проведенные измерения с использованием месдоз этой конструкции показали, что при прокатке в несимметрично расположенных по отношению к опорам калибрах усилие на каждый винт распределяется не по правилу рычага, а по более сложному закону, который еще недостаточно изучен. Эти результаты полностью согласуются с данными Л.В.Андреюка [2]. Поэтому, имея показания раздельных и парных месдоз в одной клетки, можно получить коэффициент пересчета при разном соотноше-

нии плеча и использовать его при расшифровке осциллограмм парных месдоз, установленных на других клетях.

Надежность работы месдоз определяется степенью их герметизации, так как проникновение воды и масел в месдозу приводит к нарушению работы измерительного моста. При работе месдоз в её полости даже с хорошей герметизацией создается переменное атмосферное давление, в результате чего влага рано или поздно через микропространства в микротрещины проникает внутрь месдозы. Поэтому нами был разработан следующий способ защиты (рис.2).

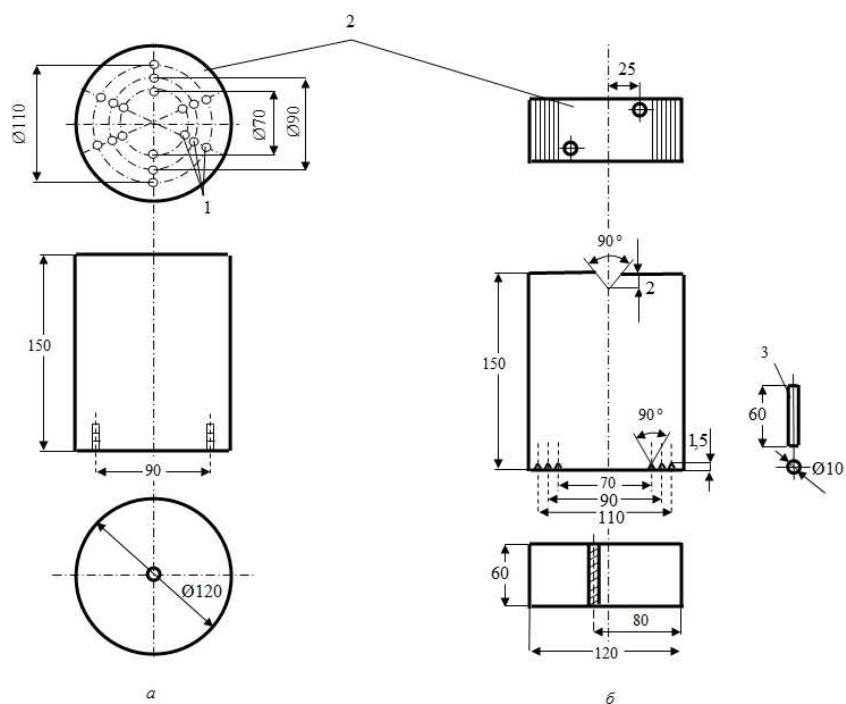


- 1 – месдоза; 2 – датчики; 3 – монтажные провода; 4 – резиновый шланг;
5 – колодка для подключения кабеля

Рисунок 2 – Монтажная схема

К каждой месдозе приварен штуцер, выполненный под шланг нужного размера. Плотнo надетый и прижатый хомутом шланг от месдозы идёт к ресиверу, который представляет полый цилиндр с разъёмами подсоединения проводов и тремя штуцерами: два из них – для шланга, идущего от месдоз, и один – для соединения с камерой, имеющей небольшое избыточное давление или же с магистралью для сжатого воздуха. Внутри шланга находятся провода. Таким образом, во время работы месдозы избыточное давление не даёт возможности проникнуть влаге внутрь. Как показал опыт эксплуатации месдоз, обыкновенная надутая футбольная камера обеспечивает надёжную работу месдоз в течение 16-18 часов. Конечно, более надёжным является подвод сжатого воздуха от какой-либо магистрали или же небольшого компрессора. В случае качественного выполнения уплотнения нормальная работа месдоз в период длительного времени обеспечивается даже при обычном соединении с атмосферой. Значительным преимуществом мембранных месдоз с опорами на трёх точках является большая их универсальность в отношении диапазона измеряемых усилий. Они показывают достаточно высокую чувствительность и при малых, и при больших усилиях.

В связи с тем, что напряжение в мембранах невозможно точно рассчитать, было проведено экспериментальное исследование цилиндрических мембранных месдоз, работающих на прогиб. Параллельно исследовали прямоугольные месдозы. Для этого изготовили из стали 45 два цилиндра диаметром 150 мм с концентрическими окружностями на опорной поверхности и углублениями для шариков, а также два параллелепипеда такой же высоты, шириной 50 мм и длиной 120 мм с пазами для роликов на опорной поверхности (рис.3).



1 – углубления для опорных шариков; 2 – отверстия под болты для крепления проводов;
3 – опорный ролик

Рисунок 3 – Упругие элементы цилиндрической (а) и прямоугольной (б) форм

Опорные шарики устанавливали в трёх точках через 120° на различных диаметрах основания цилиндра (рис.3, а), а опорные ролики – на различных расстояниях от центра основания параллелепипеда (рис.3, б). Это дало возможность получить различную стрелу прогиба указанных тел и определить чувствительность элементов в зависимости от отношений $\frac{H}{D}$ и $\frac{H}{L}$ (D – диаметр цилиндрических окружностей, L – расстояние между роликами).

Нагрузку передавали строго по центру: через шарик – для цилиндра и ролик – для параллелепипеда.

При исследовании применяли четырёхканальный усилитель ТА-5, осциллограф Н-700 и один гальванометр с допустимым максимальным током 12 мА, сопротивлением 12 Ом и чувствительностью $S = 48$ мм/мА.

Для создания нагрузки использовали двадцатитонную универсальную разрывную машину типа УГ 20/2, работающую как пресс.

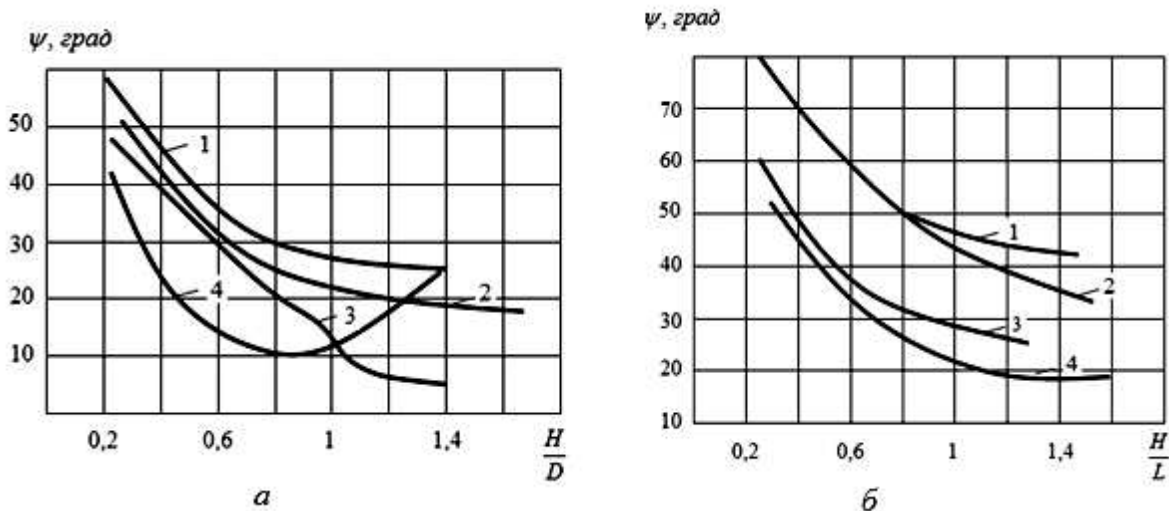
Исследования проводили следующим образом: цилиндр высотой 150 мм с наклеенными датчиками устанавливали на три шарика и производили ступенчатое нагружение. Затем, меняя базу опор перестановкой шариков в следующую группу углублений, расположенных ближе к центру основания цилиндра, производили повторное ступенчатое погружение и т.д.

Далее высоту цилиндра уменьшали через каждые 30 мм, тщательно оберегая датчики от случайных ударов и повреждений, и проводили повторные нагружения для различных высот по указанной методике. Так же проводили исследования для кольцевой опоры.

Аналогичные исследования проведены с параллелепипедом, который представляет прямоугольную мессдозу. При исследовании применяли проволочные и фольговые

датчики. На основании расшифровок осциллограмм построены графики зависимости усилия P и отклонения зайчика-шлейфа l .

Измеряя углы между осью абсцисс и полученными прямыми, построили графики зависимости чувствительности элементов различных пропорций (рис.4) и с различными опорами.



1 – месдоза на трёх опорах, тип датчиков – фольговые и проволочные, $D = 110$ мм; 2 – месдоза на трёх опорах, тип датчиков – фольговые и проволочные, $D = 90$ мм; 3 – месдоза на кольцевой опоре, тип датчиков – фольговые, $D = 110$ мм; 4 – месдозы на кольцевой опоре, тип датчиков – проволочные, $D = 110$ мм

1 – тип датчиков – фольговые, $L = 110$ мм; 2 – тип датчиков – фольговые, $L = 90$ мм; 3 – тип датчиков – проволочные, $L = 110$ мм; 4 – тип датчиков – проволочные, $L = 90$ мм

Рисунок 4 – Зависимость угла наклона градуировочного графика от отношения высоты месдозы к диаметру опор (а) и к расстоянию между опорами (б)

Используя полученные графики, можно легко сравнить чувствительность различных упругих элементов как по их конструктивному выполнению, так и относительно типа применяемых датчиков. Кривые рис.4 показывают, что элементы, установленные на трёх точках, имеют плавный рост чувствительности, обеспечивающийся созданием направленного изгиба. У месдоз с кольцевой поверхностью опоры кривая не имеет монотонного характера, и вид её зависит от качества прилегания опорных поверхностей.

Приведенные кривые были использованы при конструировании месдоз (рис.1), которые применялись в целях исследования на мелкосортных, проволочных, трубнозаготовочных, непрерывно-заготовочных и сортовых станах Приднепровья, Кривого Рога и Донбасса.

Рекомендованные размеры месдоз для различных станов приведены в табл.1.

Таблица 1 – Характеристика месдоз для сортовых станов

Тип стана	Размеры месдоз, мм									
	D_0	D	d	H	h	h_1	h_{11}	a	R	r
Проволочный мелкосортный	140	100	70	50	20	15	10	10	65	60
Трубозаготовочный, стан 350, стан 600, непрерывно- заготовочный	165	105	75	80	40	13	10	10	65	60

продолжение таблицы 1

Материал, термооб- работка	Твёрдость НВ	Максимально полученное на один винт уси- лие, т	Вес месдо- зы, кг
Ст. 45 Температура закалки 820-840°C, вода, отпуск 300-350°C	300-340 ед.	60-80	4,5
Ст. ШХ 15 Температура закалки 790-810 °С, масло, отпуск 350-400 °С	350-400 ед.	180-200	10,65

Выводы. Разработана новая конструкция месдозы мембранного типа, которая отличается надёжной герметизацией от попадания воды, масла, влаги внутрь. В ходе проведения исследований с использованием проволочных и фольговых датчиков были получены кривые зависимости угла наклона градуировочного графика от отношения высоты месдозы к диаметру опор и к расстоянию между опорами, которые могут использоваться при конструировании новых типов месдоз. Разработанные месдозы могут быть использованы при автоматизации прокатных станов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Меерович И.М. Измерение усилий при прокатке / И.М.Меерович, А.С.Филатов. – М.:Металлургиздат, 1963. – 250с.
2. Андреюк Л.В. Распределение усилий прокатки между нажимными винтами / Л.В.Андреюк, Б.М.Короткевич, В.Ф.Антипов // Теория и практика металлургии. – Челябинск. – 1967. – С.101-105.
3. Ольдзиевский С.А. О параллельном подключении к одному измерительному каналу / С.А.Ольдзиевский, В.К.Звонарев // Обработка металлов давлением: научные труды. – М.: Металлургия. – 1965. – Вып. Х11Х. – С.360-364.
4. Ольдзиевский С.А. К расчету месдоз мембранного типа / С.А.Ольдзиевский, В.К.Звонарев // Металлургия и коксохимия. – Техника. – 1966. – Вып. 4. – С.202-208.
5. Выдрин В.Н. Автоматизация прокатного производства / В.Н.Выдрин, А.С.Федосиенко. – М.: Металлургия, 1984. – 472с.