



Всеукраїнський

науково-технічний

журнал

ПРОМИСЛОВА
ГІДРАВЛІКА І
ПНЕВМАТИКА

2(4)
2004

ГНПП «Автоматизированные информационные системы и технологии» НПК «КИА»

Грабовский Г.Г., докт. техн. наук

НПП «Киевский институт автоматики»

Грязнов Б.А., докт. техн. наук,

Налимов Ю.С., канд. техн. наук

Институт проблем прочности им. Г.С. Писаренко НАНУ

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ПОЗИЦИОНИРУЮЩИХ СИЛОВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ТИПА «МЕМБРАННАЯ КОРОБКА»

Наведено приклади перспективного використання в агрегатах різних галузей промисловості надійних гідравлічних прецизійних силових виконавчих механізмів нової генерації — типу «мембранна коробка — гідрокапсула».

New design and manufacturing technology shot travel portable hydraulic jacks by «diaphragm-box» type have been developed, metrological properties of them have been investigated. This hydraulic jacks reproduce a big forces (clench and unclench), which are, for example, the same as metal sheet pressing to rolls when rolling.

Введение

Наиболее доходной статьей валютного пополнения бюджета страны является поставка на экспорт отечественной продукции — металлопроката.

Жесткие требования, предъявляемые к геометрическим параметрам листовой продукции, производимой на прокатных станах, удовлетворяются лишь с помощью систем автоматического регулирования (САР) автономно или в составе автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП) прокатки.

Для обеспечения эффективной работы автоматизированного прокатного стана устаревшее оборудование необходимо реконструировать и модернизировать. В частности, усовершенствованию подлежат исполнительные механизмы (ИМ), осуществляющие в клетях валками работу по формообразованию конечного продукта, — путем либо полной замены инерционных винтовых электромеханических нажимных устройств (ЭМНУ) быстродействующими системами управления гидравлическими нажимными устройствами (ГНУ), либо их комбинированием.

Нерешенная часть проблемы

В последнем варианте электромеханический ИМ выполняет вспомогательные функции (предварительная установка межвалкового зазора до входа заготовки в валки и их замена), а гидравлический ИМ осуществляет тонкое регулирование геометрии металла при прокатке в клети.

Как правило, в САР и АСУ ТП прокатных станов работа ЭМНУ сопровождается контролем усилий прокатки металла измерительными системами с датчиками сил сжатия («мессдозами»), встроенными в элементы конструкции клети, а работа ГНУ — изме-

рительными устройствами с датчиками давления жидкости в полостях ИМ, выполненных обычно в традиционном виде «цилиндр-плунжер с уплотнением».

При реконструкции действующего прокатного оборудования реализация силового позиционирования комбинированным вариантом ЭИМ-ГИМ традиционного вида затруднена ввиду отсутствия в клети достаточно свободного пространства для установки в силовую цепь клети цилиндров, высота которых конструктивно достаточно велика.

Анализ исследований, публикаций

Ввиду малых перемещений при тонком регулировании толщины проката (в пределах 1,5–5 мм) в межвалковом зазоре такой вариант осуществим с помощью компактных по высоте короткоходовых позиционных ГИМ типа мембранная гидрокапсула МГК (рис. 1).

Конструкции вариантов компактных короткоходовых одно- и двухмембранных гидрокапсул, разработанные в Киевском институте автоматики, с 1975 года эффективно применяются в составе градуировочных устройств — гидравлических калибраторов сил (КСГ). Для проведения работ они оперативно устанавливаются непосредственно в ограниченное по высоте межвалковое пространство для тарировки силовой цепи «клеть — мессдозы» и деформационной настройки САР геометрических параметров [1, 2].

Габаритная высота таких гидрокапсул не превышает 80–180 мм, диаметр выбирается конструктивно по месту установки и в соответствии с необходимым рабочим давлением жидкости.

Характерными для МГК и привлекательными качествами являются их нечувствительность к перекосам и смещениям в пределах, допускаемых многослой-

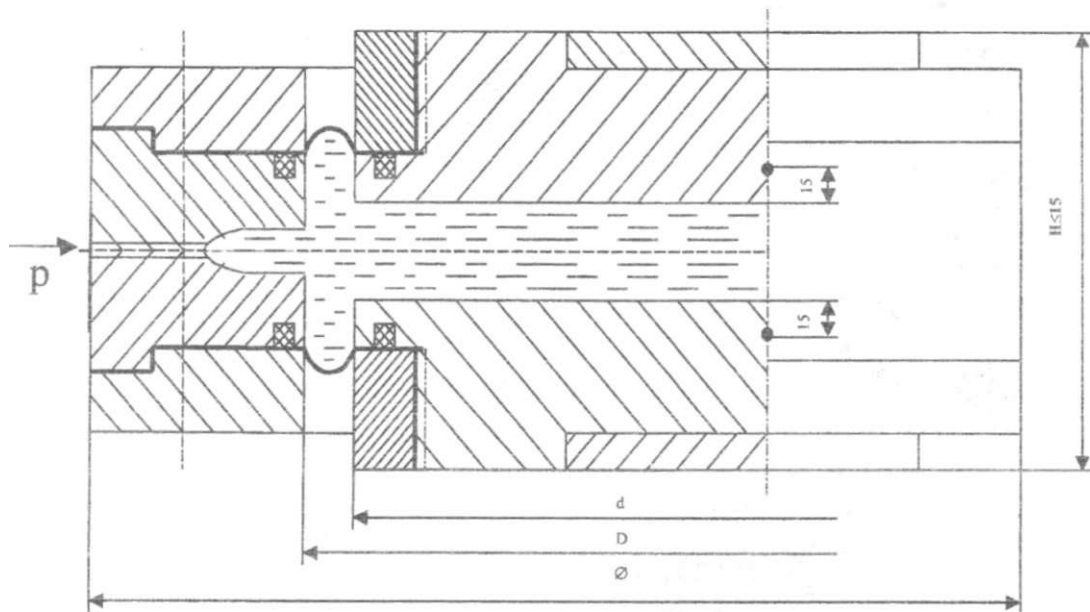


Рис. 1. Короткоходовая двухмембранная гидрокапсула (МГК-2):

$$F = \frac{\pi}{12} (d^2 + d \cdot D + D^2); \quad p \leq 100 \text{ МПа}; \quad \text{общий ход } S = 0 \dots 30 \text{ мм } (\pm 15 \text{ мм}).$$

ными пакетами металлических мембран, способность создавать/воспринимать практически любую силовую нагрузку с прецизионным позиционированием (перемещениями в осевом направлении действия сил), отсутствие жестких требований к месту установки в оборудовании.

Авторами в 2003 году на вибростенде ВЭДС-20/5000, оснащенный измерительными микроскопами МБС-2 (погрешность измерения вертикальных линейных перемещений 0,1 мм), проведены многочасовые натурные динамические поисковые исследования циклической прочности (ресурса наработки на отказ) металлических многослойных мембран физической модели гидрокапсулы МГК-1 при максимально возможных знакопеременных осевых вертикальных перемещениях относительно среднего (нейтрального) положения мембран, защемленных по внутреннему (в «жестком центре») и наружному (в корпусе) контурам (рис. 2).

Параметры мембран МГК-1:

- материал — X18H10T;
- диаметр контура наружного защемления — $D = 65 \text{ мм}$;
- диаметр контура внутреннего защемления — $d = 45 \text{ мм}$.

В результате исследований пакетов мембран разной толщины, содержащих разное количество слоев тонких элементов, выявлено, что максимальной циклической прочностью обладают многослойные гофрированные мембранные пакеты.

После принятия мер по снижению влияния эффекта фреттинга между элементами, такие пакеты способны выдерживать без разрушения более 1 миллиона знакопеременных циклов перемещений при соотношении размаха перемещений (заданного хода) к длине волны гофра мембраны $A/B = 1/6$.

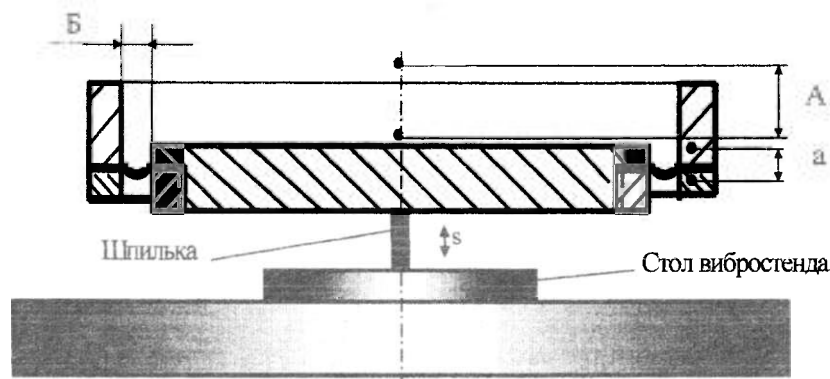


Рис. 2. Схема исследований ресурса пакетов мембран МГК-1:

$$a = A - s; \quad B = 10 \text{ мм}.$$

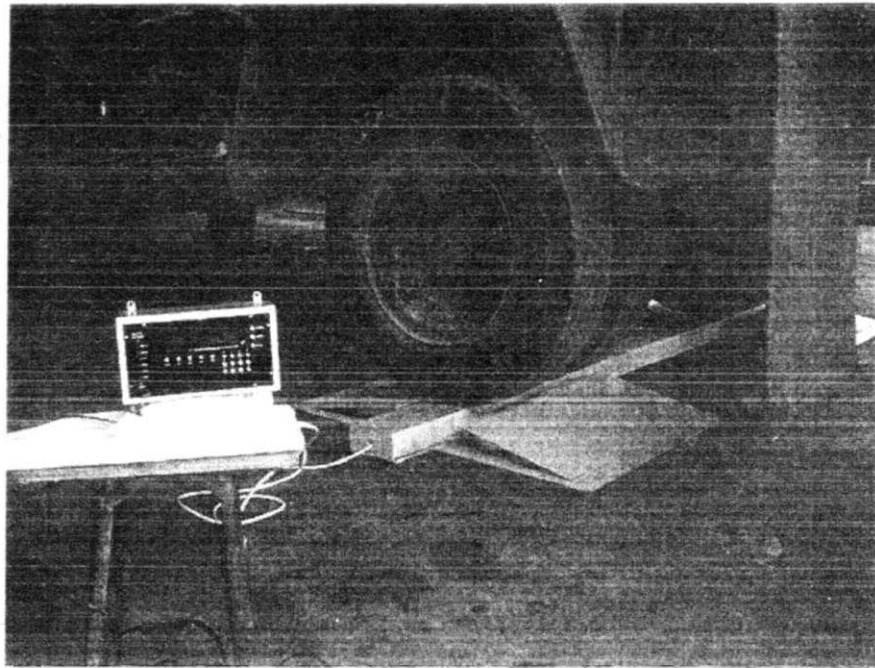


Рис. 3. Автомобильные весы типа «балка».

Конструкцией МГК с двумя пакетами мембран реализуется удвоенный заданный максимальный ход S (рис. 1), в зависимости от которого рассчитываются геометрические размеры мембран с учетом требуемой развиваемой силы и давления жидкости в гидрокапсуле [3].

Суммарный ход S образуется сложением перемещений жестких центров мембран от сомкнутого положения до их допустимого расхождения в пределах прочности мембран, податливость которых и обеспечивается гофрированными пакетами элементов. При этом безусловно обеспечена статическая прочность пакетов.

Выводы и перспективы

При использовании большегрузных МГК в качестве исполнительных механизмов СУ ГНУ клетей прокатных станов [4, 5], величина хода S не превышает значений 5–15 мм при давлении жидкости до 30 МПа. В одномембранном варианте их габаритная высота — от 80 до 120 мм, а в двухмембранном — от 140 до 180 мм.

Другой сферой применения большегрузных МГК или в их сочетании с гидродомкратами традиционной конструкции являются устройства выравнивания фундаментов зданий, инженерных сооружений, промышленных агрегатов, крупногабаритных станков, др.

Малогрузные МГК в основном применяются в различных устройствах измерения сил сжатия, например, при взвешивании грузового автотранспорта. Переносные автомобильные весы типа «балка» (рис. 3) содержат группу параллельно установленных одномембранных гидрокапсул высотой до 50–60 мм, заполненных жидкостью и сообщающихся между собой, а также гидроэлектронный датчик давления, соединенный кабелем с измерительным микропроцессорным устройством, питающимся от аккумулятора. Автовесы измеряют поосное и суммарное давле-

ние автопоезда на дороге (до 60 тонн и более).

Используя принцип модульных конструкций, такими гидрокапсулами можно реализовать другие известные типы автовесов — подкладные (под каждое колесо автотранспорта) или платформенные.

Весьма перспективным представляется применение мембранных гидрокапсул в качестве подвесных динамометров растяжения (с реверсором) большой грузоподъемности, например, для технологического взвешивания тяжелых грузов, перемещаемых мостовыми кранами, в частности, в условиях металлургических, литейных и ремонтных цехов, где высокая температура и запыленность не обеспечивают надежной работы стандартных электронных взвешивающих устройств на основе тензометрической техники.

Литература

1. А.с. 1659150 СССР. Устройство для градуировки средств измерения усилий прокатки металла в клетях листового стана / Беляев Ю.Б. — Бюл. 24. — 1991.
2. А.с. 1680398 СССР. Способ определения жесткости прокатной клетки / Беляев Ю.Б., Рубан Н.С., Голован Э.В. и др. — Бюл. 36. — 1991.
3. Беляев Ю.Б., Орловский Ю.В. Мембранные гидрокапсулы в приборах и исполнительных механизмах автоматизированных систем управления. — Киев: ГНПП «АИСТ», 2002. — 72 с.
4. Патент 48358 Украины. Пристрій стабілізації товщини листа на реверсивних станах гарячої прокатки / Беляев Ю.Б., Грабовський Г.Г., Орловський Ю.В. и др. — Бюл. 8. — 2002.
5. Патент 45025 Украины. Виконавчий механізм гідралічного натискного пристрою кліти прокатного стана / Беляев Ю.Б., Грабовський Г.Г., Орловський Ю.В. и др. — Бюл. 3. — 2002.