

Лабораторная работа №3

Изучение конструкции силовых гидроцилиндров

1 Цель работы

Изучение устройства, конструктивных схем, принципа действия и основных параметров силовых гидроцилиндров. Подготовка к проведению лабораторной работы № 4.

2 Содержание работы

- 1 Ознакомиться с назначением, принципом действия, устройством силовых гидроцилиндров, конструкцией их комплектующих элементов.
- 2 Ознакомиться с основными параметрами гидроцилиндров, характеризующими их работу.
- 3 Научиться производить расчет параметров гидроцилиндров.

3 Оборудование

- 1 Цилиндр силовой гидравлический.
- 2 Измерительные инструменты.
- 3 Плакаты.

4 Общие сведения

Гидроцилиндры относятся к объемным гидродвигателям. Объемным гидродвигателем называется гидромашина, предназначенная для преобразования энергии потока жидкости в механическую энергию движения выходного звена. По характеру движения выходного звена гидродвигатели делятся на гидромоторы с вращательным движением выходного звена, поворотные гидродвигатели с поворотным (на угол менее 360^0) движением выходного звена и гидроцилиндры с поступательным движением выходного звена.

Т.о., гидроцилиндры – это объемные гидродвигатели с возвратно – поступательным движением выходного звена. Выходным (подвижным) звеном может быть как шток, так и корпус гидроцилиндра.

Гидроцилиндры могут быть поршневыми и плунжерными, одностороннего и двустороннего действия, с односторонним и двусторонним штоком, односекционные и телескопические, однопоршневые и многопоршневые и др.

Для силового привода рабочих органов различных машин, оборудования и механизмов наиболее широко применяются поршневые гидроцилиндры двустороннего действия с односторонним штоком.

Как правило, гидроцилиндр (рисунок 1) состоит из цилиндра 2, штока 3, на котором закреплен поршень 4 с манжетами и защитными кольцами 5. Шток перемещается во втулке 1. Для устранения утечек рабочей жидкости по штоку во втулке 1 устанавливается манжета с защитным кольцом и резиновое кольцо. Для улучшения условий работы уплотнений штока и повышения его долговечности применяется грязесъемник. На конце штока на резьбе может быть установлена проушина для крепления к приводимому гидроцилиндром устройству.

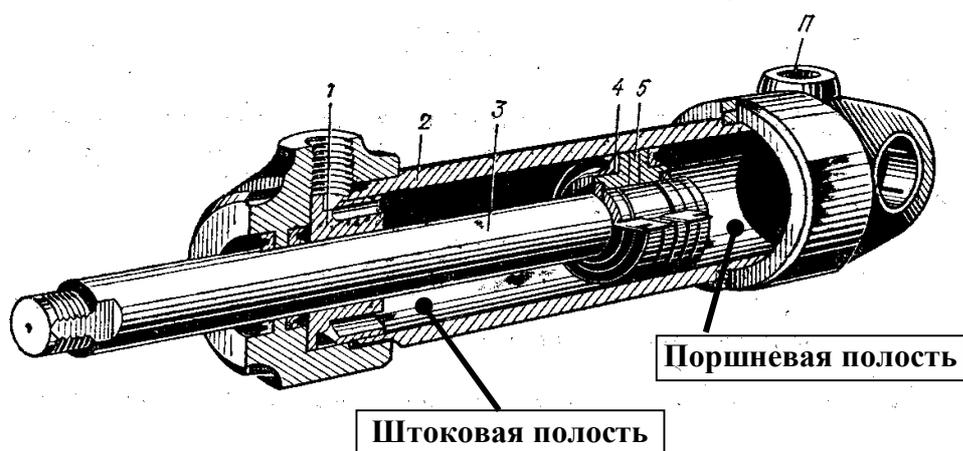


Рисунок 1 - Гидроцилиндр

Силовые гидроцилиндры широко применяются во всех отраслях техники и особенно часто в технологическом оборудовании в качестве исполнительных механизмов различного назначения.

По конструкции различают цилиндры: поршневые, плунжерные простые и дифференциальные.

В поршневых цилиндрах энергия движущейся жидкости преобразуется в механическую энергию перемещающегося поршня, при этом диаметр поршня D больше диаметра штока d ; поршень сопрягается с внутренней поверхностью цилиндра по посадочному размеру.

В плунжерных цилиндрах плунжер имеет по всей длине одинаковый диаметр D , меньший внутреннего диаметра цилиндра и сопрягается лишь с сальниковым уплотнением в крышке; при этом отпадает необходимость в точной обработке внутренней поверхности цилиндра.

По принципу работы силовые цилиндры делятся на два типа: одностороннего и двустороннего действия.

Гидроцилиндр одностороннего действия имеет плунжер, перемещаемый силой давления жидкости в одну сторону. Обратный ход плунжера совершается под действием внешней силы F , если она действует

непрерывно, или пружины. Единственное наружное уплотнение плунжера состоит из основного и грязезащитного уплотняющих элементов.

Гидроцилиндр двустороннего действия имеет поршень со штоком, уплотнённые внутренним и наружным и уплотнителями. Разница полной S и кольцевой S' площадей поршня ведёт к различию в используемом давлении P при перемещении поршня влево и вправо, если преодолеваемая сила F одинакова. Если к цилиндру подводится постоянный расход Q , то разница площадей приводит в зависимости от направления перемещения к различию скоростей движения поршня. Для устранения этих явлений, когда они нежелательны, такие гидроцилиндры включают при помощи золотника по дифференциальной схеме, при которой штоковая полость непрерывно соединена с питающей линией. Если при этом $S'=S/2$, то при движении вправо и влево скорость $V=Q/S'$ и сила $F=p \cdot S'$ будут одинаковы.

Для получения полной симметрии сил и скоростей применяют гидроцилиндры с двусторонним штоком с одним внутренним и двумя и наружными уплотнениями. В этом случае конструкция с закреплённым штоком в полтора раза короче, чем конструкция с закреплённым цилиндром и золотником управления.

Телескопические гидроцилиндры применяются в случаях, когда желаемый ход превышает допустимую установочную длину гидроцилиндра.

Выдвижение секций цилиндра, если он питается через от источника постоянного расхода Q (например, объемный насос) будет происходить с разными скоростями и, если преодолеваемая сила F постоянна, при разных давлениях. При выдвижении первым смещается до упора первый поршень с малой скоростью $V_1=Q/S_1$ при меньшем давлении $p_1=F/S_1$. После полного выдвижения первого поршня начинает перемещаться до полного выдвижения второй поршень, площадь которого S_2 . При этом скорость увеличивается до $V_2=Q/S_2$, а давление возрастает до $p_2=F/S_2$. Вдвижение секций производится либо под действием силы F , либо путём подачи расхода Q через специальную линию.

Частым требованием к гидроцилиндрам является их способность удерживать нагрузку при неподвижном поршне без подачи жидкости от насоса. Для этого применяются фиксирующие устройства на поршне, например, шариковые клиновые. Такие устройства из-за износа стенок цилиндра применимы только при малых нагрузках. При больших нагрузках положение поршня фиксируется гидравлическими замками, представляющими собой управляемые обратные клапаны.

Конструктивно силовые цилиндры состоят из следующих основных элементов: днища (плоского или сферического), цилиндрической части, опорного фланца, расточки под направляющую втулку и уплотнения. В днище и корпусе цилиндра имеются отверстия для крепления трубопроводов подачи рабочей жидкости. Днище цилиндра может изготавливаться отдельно и крепиться к цилиндру на резьбе, болтах, с помощью разрезной кольцевой шпонки.

Наличие воздуха в гидросистеме может оказаться причиной неравномерности движения ведомых звеньев механизма. Кроме того, воздух, присутствующий в гидросистеме, содействует окислению масла, образованию кислот и коррозии деталей гидросистемы. Для выпуска воздуха из системы цилиндры снабжают специальными вентилями, расположенными в самой высшей точке цилиндра.

Конструкция поршней должна обеспечивать простоту и доступность сборки, надёжное уплотнение и плавный ход его в цилиндре. Ширина поршня выбирается таким образом, чтобы на нём были размещены все уплотнения в то же время отверстия под крепёжные винты не были сквозными. Зазор между поршнем и цилиндром в случае применения резиновых уплотнительных колец должен быть не более 0,1 мм, а ширина поршня не менее 20 мм при одном кольце и не менее 30 мм при двух кольцах.

Конец штока, на котором крепится поршень, в зависимости от способа крепления может быть нарезанным, гладким цилиндрическим с упорным буртиком, коническим, с внешним нарезанным отверстием.

Плунжеры малого диаметра (до 200...250) обычно выполняются сплошными из углеродистой стали. Плунжеры больших диаметров часто выполняют полыми для облегчения их веса. Полые плунжеры изготавливают литыми из чугуна или стали.

Надёжность работы и КПД силовых цилиндров в значительной степени зависят от соблюдения герметичности соединений, и, в первую очередь, от соблюдения герметичности подвижных соединений типа поршень – цилиндр, шток – крышка цилиндра и т.п., что достигается установкой уплотнений штоков и поршней гидроцилиндров из резиновых и пластиковых колец, V-образных манжет, манжет с направляющим поясом и двусторонних манжет.

Основными параметрами, характеризующими работу гидроцилиндра являются движущее усилие F (Н), реализуемое на штоке гидроцилиндра и скорость V (м/с) движения выходного звена гидроцилиндра (штока или корпуса).

Теоретическое движущее усилие на штоке, создаваемое рабочей жидкостью в полостях гидроцилиндра без учёта потерь (номинальное усилие), определяется по формулам:

– при подаче жидкости в поршневую полость

$$F_{\text{п}} = p \cdot S_{\text{п}} = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ Н} \quad (1)$$

– при подаче жидкости в штоковую полость

$$F_{\text{ш}} = p \cdot (S_{\text{п}} - S_{\text{ш}}) = p \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}, \text{ Н} \quad (2)$$

где p – давление рабочей жидкости, Па;
 $S_{\text{п}}$ – площадь поршня, м^2 ;
 $S_{\text{ш}}$ – площадь поперечного сечения штока, м^2 ;
 D – диаметр гидроцилиндра (поршня), м;
 d – диаметр штока поршня, м.

Действительное (эффективное) движущее усилие создаваемое гидроцилиндром с учётом потерь на трение поршня и штока определяется по формуле:

$$F_{\text{д}} = F_{\text{п(ш)}} \cdot \eta_{\text{м}}, \text{ Н} \quad (3)$$

где $\eta_{\text{м}}$ – механический КПД силового цилиндра, величина которого находится в пределах 0,92...0,99; в среднем величина $\eta_{\text{м}}$ принимается равной 0,95.

Механический КПД гидроцилиндра определяют

$$\eta_{\text{м}} = \frac{F_{\text{п(ш)}} - F_{\text{д}}}{F_{\text{п(ш)}}} = 1 - \frac{F_{\text{д}}}{F_{\text{п(ш)}}} \quad (4)$$

Теоретическая скорость движения поршня в зависимости от расхода жидкости вычисляется по формуле:

- при подаче жидкости в поршневую полость

$$V_{\text{п}} = \frac{Q}{S_{\text{п}}} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}, \text{ м/с} \quad (5)$$

- при подаче жидкости в штоковую полость

$$V_{\text{ш}} = \frac{Q}{S_{\text{п}} - S_{\text{ш}}} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot (D^2 - d^2)}, \text{ м/с} \quad (6)$$

где Q – расход жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$;
 $S_{\text{п}}$ – площадь поршня, м^2 ;
 $S_{\text{ш}}$ – площадь поперечного сечения штока, м^2 ;
 D – диаметр гидроцилиндра (поршня), м;
 d – диаметр штока поршня, м.

Эффективная скорость движения поршня в зависимости от расхода жидкости вычисляется по формуле

$$V = V_{п(ш)} \cdot \eta_0, \text{ м/с} \quad (7)$$

где η_0 – объёмный КПД силового цилиндра; $\eta_0 = 0,98 \dots 0,99$.

Усилие, создаваемое жидкостью при подаче её в поршневую полость больше, а скорость поршня меньше, чем при подаче в штоковую полость, поэтому подача жидкости в поршневую полость используется для совершения рабочего хода инструмента и создания рабочего усилия. Отвод (возврат) рабочего органа происходит при подаче жидкости в штоковую полость, т.е. с большей скоростью, но с меньшим усилием.

5 Порядок выполнения работы

1 По литературе и плакатам изучить устройство силовых гидроцилиндров и их комплектующих элементов, принцип действия, назначение, разновидности существующих гидроцилиндров и их схемы.

2 Ознакомиться с основными параметрами гидроцилиндров, характеризующими их работу и формулами для их определения.

3 Дать характеристику гидроцилиндра, установленного на лабораторном стенде. Результаты оформить в виде таблицы 1.

4 Измерить наружный диаметр цилиндра $D_{ц}$ и диаметр штока d .

5 Задавшись толщиной стенки цилиндра δ определить примерный диаметр поршня D по формуле

$$D = D_{ц} - 2 \cdot \delta, \text{ м} \quad (8)$$

6 Произвести расчёт площадей поршня $S_{п}$ и поперечного сечения штока $S_{ш}$ по формулам

$$S_{п} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ м}^2 \quad (9)$$

$$S_{ш} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^2 \quad (10)$$

7 Задавшись давлением в гидросистеме (по указанию преподавателя) по формулам (1) и (2) определить усилие, получаемое на штоке гидроцилиндра при подаче жидкости в поршневую и штоковую полости.

8 Из формул (5) и (6) найти расход жидкости, который нужно обеспечить в гидросистеме для обеспечения требуемой скорости штока гидроцилиндра (задается преподавателем) при его выдвигании и втягивании.

9 Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 2.

Таблица 1 – Характеристика гидроцилиндра

Характеристика гидроцилиндра		Отметка
По конструкции	поршневые	
	плунжерные	
По скорости прямого и обратного движения выходного звена	простые	
	дифференциальные	
По принципу работы	одностороннего действия	
	двустороннего действия	
По конструкции штока	с односторонним штоком	
	с двусторонним штоком	
По сложности конструкции	простые	
	телескопические	

Таблица 2 – Результаты измерений и расчетов гидроцилиндра

$D_{ц}$	δ	D	$S_{п}$	$S_{ш}$	p	$F_{п}$	$F_{ш}$	$V_{п}$	$V_{ш}$	$Q_{п}$	$Q_{ш}$
м	м	м	м ²	м ²	Па	Н	Н	м/с	м/с	м ³ /с	м ³ /с
					задается преподавателем			задается преподавателем	задается преподавателем		

6 Контрольные вопросы

1 Классификация силовых цилиндров по конструктивному исполнению и принципу действия. Принцип действия и назначение гидроцилиндров.

2 Из каких основных частей состоит силовой гидроцилиндр?

3 Из каких составных частей состоит рабочий поршень силового цилиндра?

4 Какие виды соединений применяются при сборке поршня со штоком?

5 Каково назначение уплотнительных элементов силовых цилиндров?

6 Какие типы уплотнительных элементов применяются на поршнях цилиндров?

7 Какие типы уплотнительных элементов применяют для уплотнения штоков и плунжеров в цилиндрах?

8 Какие параметры характеризуют работу силового гидроцилиндра. Как они определяются?

9 Что такое теоретическое и действительное усилие силового цилиндра?

10 Где в гидроцилиндре возникают объемные потери и от чего они зависят?