

## Анализ отказов гидроцилиндров и методов обеспечения их безотказной работы

Автор : А.А. Акатьев

Руководитель: Ю.А. Андреев

Повышение коэффициента полезного действия машин при выполнении технологических операций является актуальной задачей для любых машин, используемых в технике и предназначенных для выполнения различных технологических операций в машиностроении, а также на транспорте, сельском хозяйстве, строительстве, горном деле и т.д. В этих сферах хозяйственной деятельности находят широкое применение машины с гидроприводом, главной особенностью которых является применение для выполнения технологических операций гидроцилиндров (ГЦ).

Так как современные гидроприводы работают при достаточно высоких давлениях (от 16 МПа и выше), поэтому важным условием безотказной работы гидропривода в целом является безотказная работа гидродвигателя.

Цель исследования: провести анализ отказов гидроцилиндров, выявить наиболее существенные причины отказов и определить методы борьбы с ними.

В основном отказы гидроцилиндров связаны с неправильной эксплуатацией и пренебрежительным отношением к техническому обслуживанию.

Неисправности в гидроцилиндрах могут возникать по нескольким причинам, основными являются следующие [1]:

1) отказ из-за уплотнений (~ 95%) которые возникают в результате:

- несвоевременное обслуживание гидросистем;
- использование гидравлических масел низкого качества или смесей различных типов масел;
- присутствие в маслах примесей механического типа.

2) отказ из-за конструкции ГЦ (~ 5%) которые возникают в результате:

- нарушение правил установки гидроцилиндров, при этом возникает искривление штока гидроцилиндра;
- пренебрежение правилами эксплуатации, в том числе допущение механических повреждений или превышение допустимых значений грузоподъемности.

Таким образом одним из факторов бесперебойной работы гидроцилиндра является правильный подбор рабочей жидкости и ее регулярная замена.

Также на безотказную работу ГЦ влияют: соблюдение сроков технического обслуживания, чистота рабочей жидкости и деталей ГЦ (штока), увеличенные по сравнению с расчетной нагрузки, применяемые материалы и т.д.

Износ уплотнений - наиболее частая причина выхода ГЦ из строя.

По конструкции уплотнительные устройства делятся на контактные и бесконтактные. Контактные уплотнения обеспечивают более высокий уровень герметизации, однако в них большие потери на трение, износ, сравнительно низкая долговечность. Бесконтактные уплотнения характеризуются более сложными проблемами с обеспечением герметичности, однако их преимуществом является невысокое трение, соответственно более высокий КПД, уменьшенный износ, охлаждение гидроцилиндра в процессе работы, более высокий срок службы.

В качестве материалов для уплотнений применяются металлы (сплавы) и неметаллы. В качестве металлов применяются стали, цветные металлы-бронзы, латуни, баббиты, чугуны, металлокерамика и т. п.

Значительный более широкий выбор для изготовления уплотнений не неметаллов: резины разных сортов, прорезиненная сталь, различные по свойствам полиуретаны, полиамиды, фторопласты, композитные материалы и т.п.[1].

Если сравнивать различные виды уплотнений с учетом утечек (рис. 1) и сил трения (рис. 2) при работе, то по существующим методикам сравнения [2] наиболее перспективными для заданного давления являются комбинированные кольца (фторопласт-резина) [3].

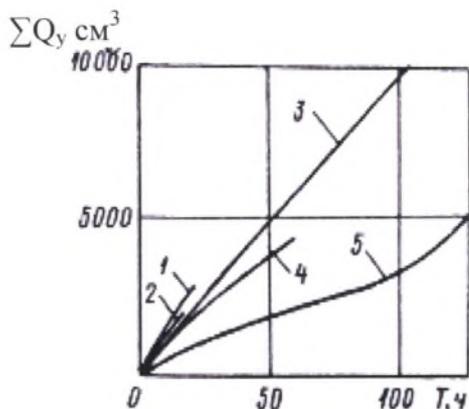


Рис. 1 – Кривые суммарных утечек жидкости при работе: 1 - кольцо круглого сечения с шайбой из фторопласта при  $P = 300 \text{ кгс/см}^2$  (поршень); 2 - малогабаритная манжета при  $P = 500 \text{ кгс/см}^2$  (поршень); 3 - кольца круглого сечения при  $P = 100 \text{ кгс/см}^2$  соответственно для штока и поршня; 4 - кольцо круглого сечения при  $P = 300 \text{ кгс/см}^2$  (поршень); 5 - кольцо комбинированное (фторопласт-резина) при  $P = 200 \text{ кгс/см}^2$

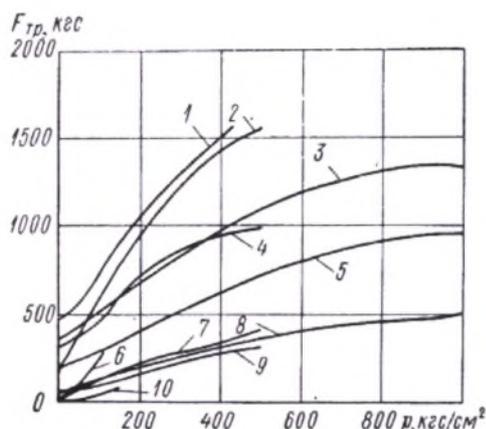


Рис. 2 – Изменение значений силы трения в уплотнениях в зависимости от давления запираемой жидкости: 1 - две шевронные манжеты (ГОСТ 9041-59); 2 - одна манжета (ГОСТ 6969-54) плюс две шевронные манжеты (ГОСТ 9041-59); 3 - дифференциальное уплотнение из полиамида 68Н; 4 - одна манжета (ГОСТ 6969-54); 5 - дифференциальное уплотнение из резины 9088; 6 - три чугунных поршневых кольца; 7 - два кольца круглого сечения; 8 - дифференциальное уплотнение из фторопласта-4; 9 - комбинированное уплотнение фторопласт-резина; 10 - две малогабаритные манжеты плюс кольцо круглого сечения

В результате эксплуатационных исследований [2] были определены значения утечек и КПД в соответствии с видом уплотнения (таблица 1).

Таблица 1 - Зависимость КПД и утечек жидкости от вида уплотнения

Уплотнение	Класс негерметичности	Утечки $\text{см}^3/\text{м}^2$	КПД %
Шток и поршень, шевронные уплотнения	2-2	$2 \cdot 10^{-2}$	96
Шток и поршень, комбинированные уплотнения	3-1	1	98
Уплотнение поршня и штока, шевронное с большим ресурсом	4-2	50	94
	3-2	5	94
Уплотнение поршня и штока, шевронное с большим ресурсом	2-2	$2 \cdot 10^{-2}$	95

Эксплуатационные свойства уплотнений (герметичность, плавность скольжения, минимальные силы трения, безотказность, срок службы) существенно зависят от точности и качества выполнения посадочных мест и диаметров сопрягаемой пары возвратно-поступательного движения (рис. 3), т.е. основное значение имеют [4]:

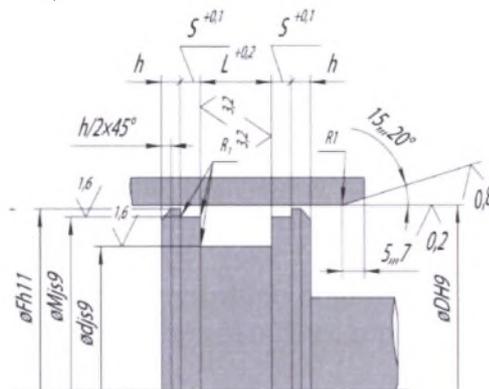


Рис. 3 – Требования к местам установки уплотнения

- 1) Конфигурация и размеры канавок.
- 2) Отклонения формы и расположения поверхностей.
- 3) Зазор между поверхностями уплотняемых деталей.
- 4) Качество поверхностей гильзы, штока.

**Вывод:** для обеспечения современного уровня надежности и долговечности гидроцилиндров в условиях повышения давления необходимо применять комплекс мер, в том числе современные уплотнения, выполнять требования к их местам установки. Наиболее удовлетворяющим условиям эксплуатации обладают комбинированные уплотнения (фторопласт-резина) с высоким КПД 98%, что приводит к уменьшению сил трения и при высоких давлениях обеспечивает долговечность эксплуатации гидроцилиндров.