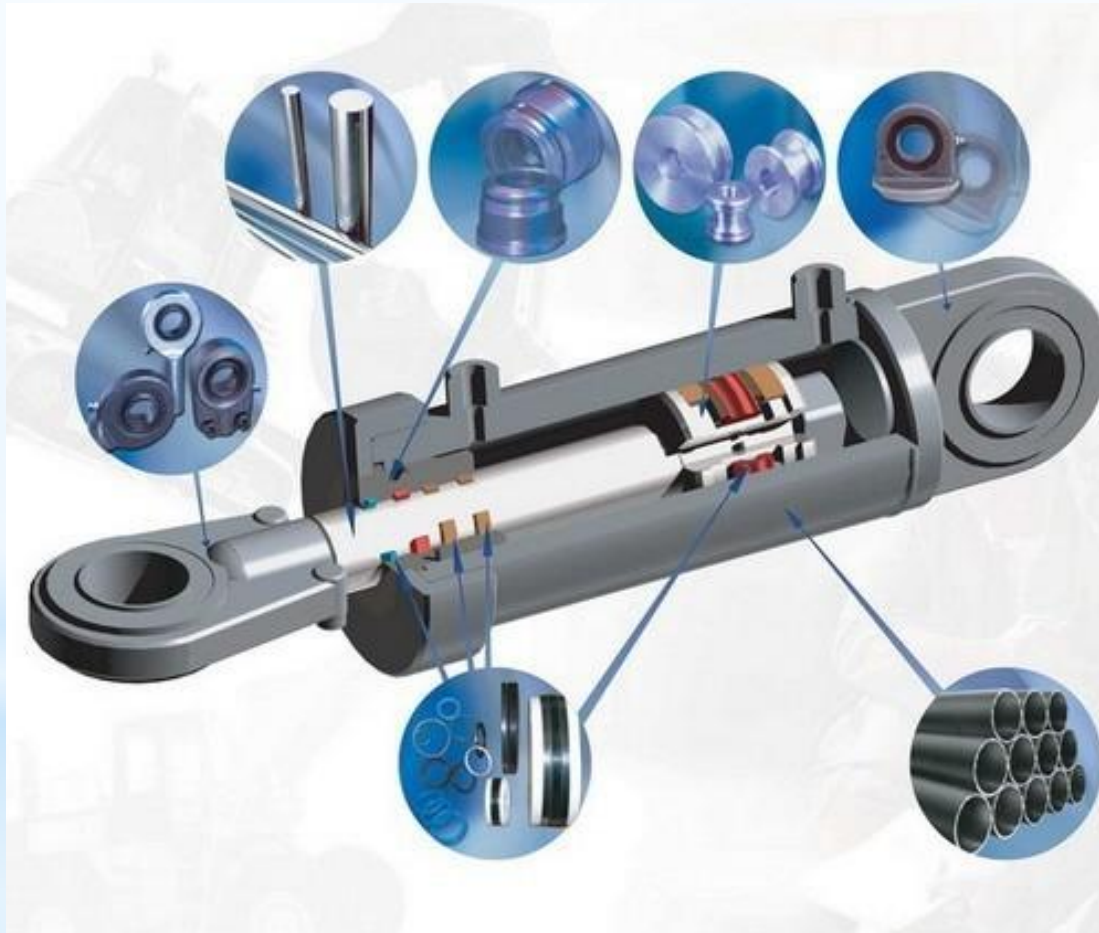


**Разработка подвижных  
уплотнений силовых  
гидроцилиндров  
сельскохозяйственных,  
лесозаготовительных и  
строительных машин**

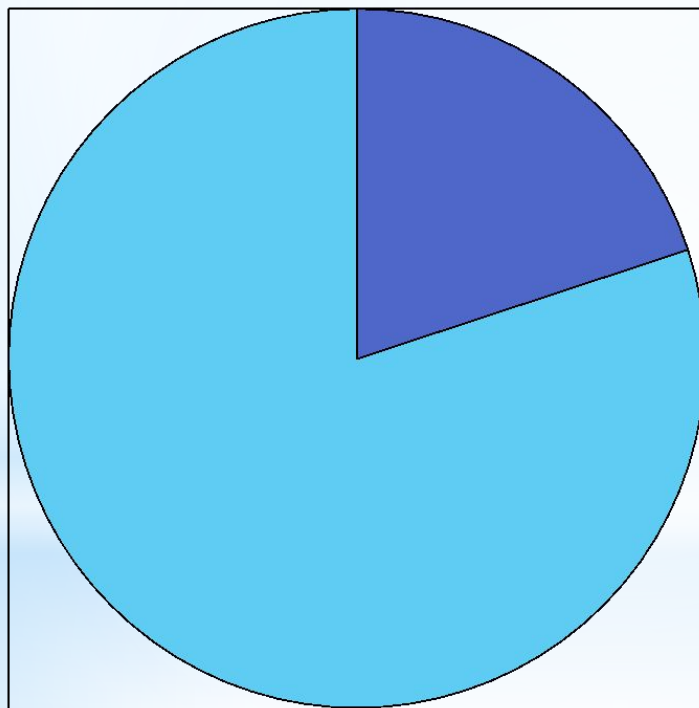
Разработал: Зенков Андрей Сергеевич

В сельском хозяйстве в современных конструкциях машин широко применяется гидропривод, работоспособность которого в свою очередь зависит от технического состояния силовых гидроцилиндров.



Сравнительный анализ «слабых звеньев» гидропривода показал, что 44% отказов гидропривода обусловлено выходом из строя уплотнений из которых:

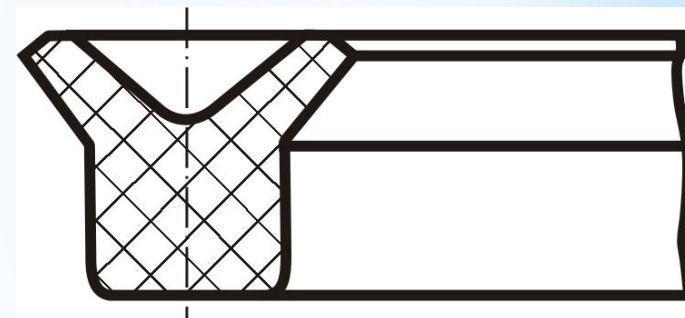
20% - неподвижные уплотнения 80% - подвижные уплотнения



- Уплотнения неподвижных соединений
- Уплотнения подвижных соединений

По данным Т.М Башты

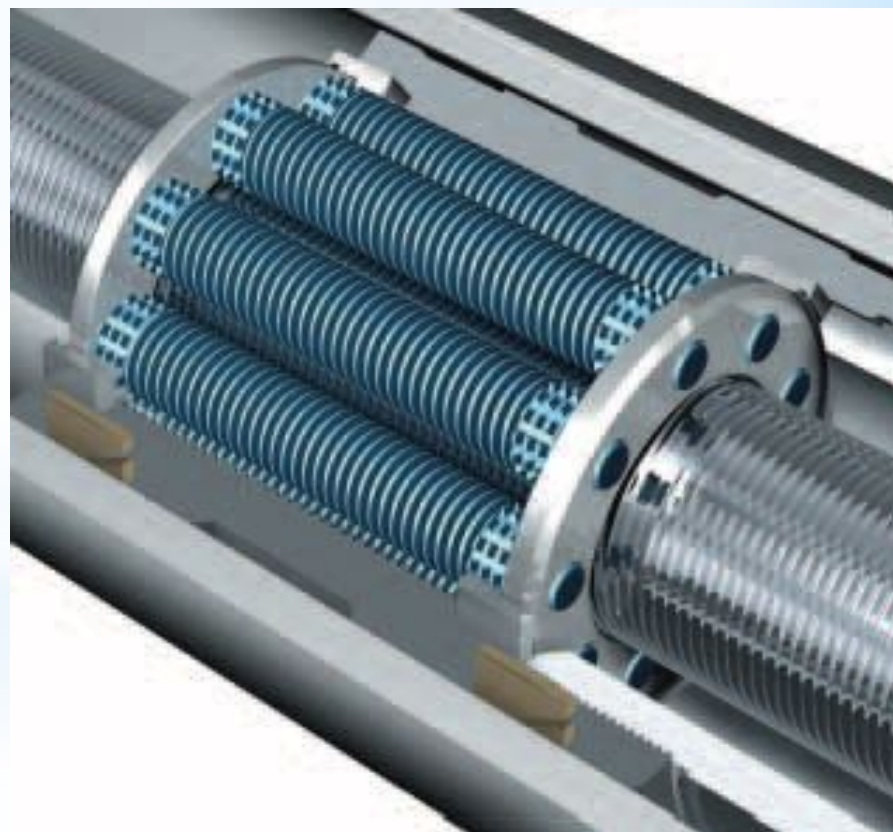
**Наименьший срок работы имеют резиновые  
манжеты  
срок службы составляет от 200 до 400 час**



- ГОСТ 14896-84 скорость не более 0.5 м/с при давлении до 50 МПа, температуре от - 60°С до +100°С,

# Электромеханические цилиндры с передачей винт-гайка

Скорость перемещения штока не более 2 м/с  
Низкий коэффициент полезного действия



## Цель и задачи проекта

Цель  
проекта

**Разработка подвижных уплотнений гидроцилиндров, обладающих большей износостойкостью и имеющих лучшие антифрикционные свойства, как следствие -повышение надежности гидроцилиндров**

Научная  
новизна

- 1. Оригинальная форма манжеты**
- 2. Измененные геометрические параметры манжеты и поршня цилиндра**



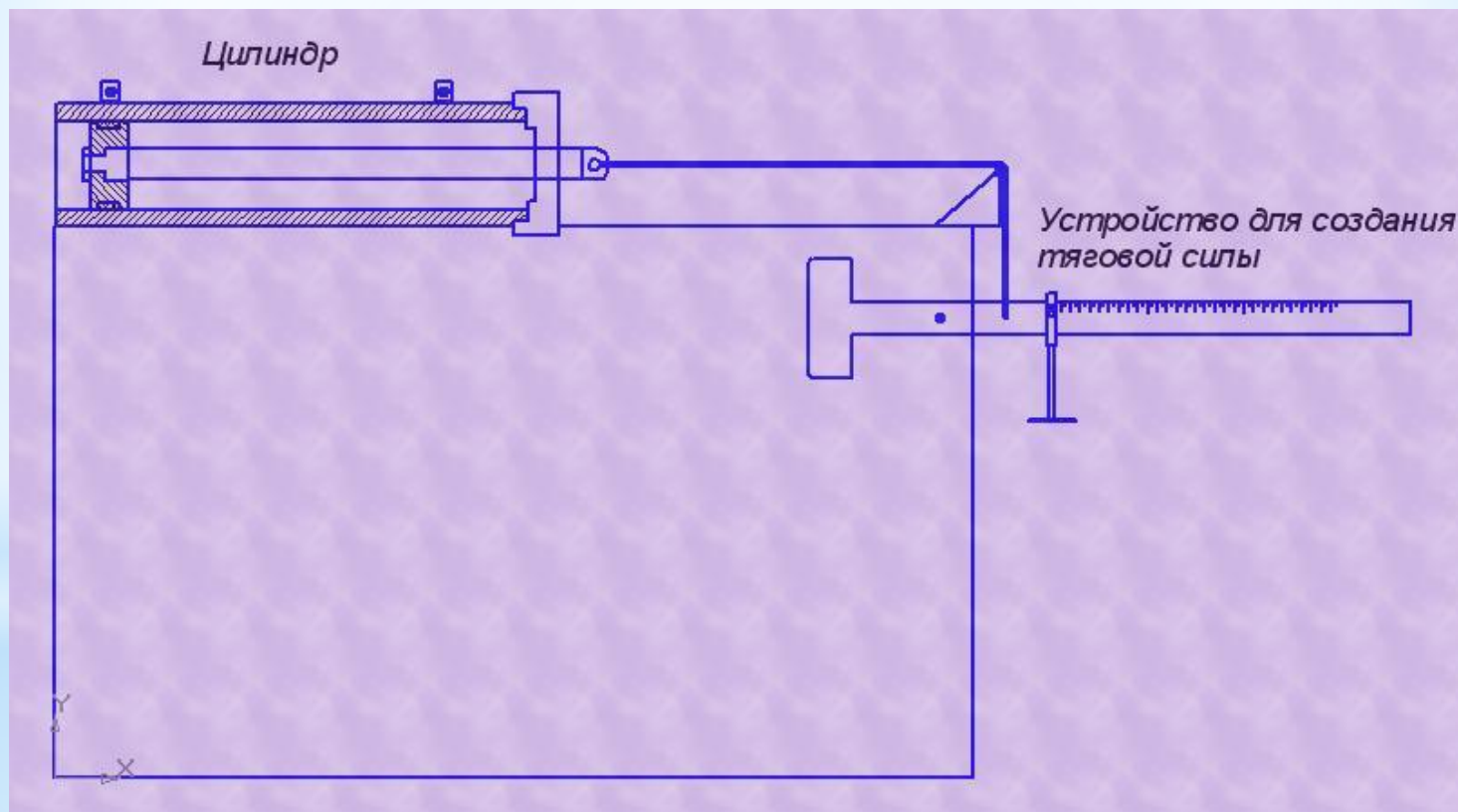
- 1. Анализ существующих видов уплотнений и их испытания**
- 2. Выбор оптимального материала для изготовления уплотнений**
- 3. Выбор оптимальной формы уплотняющей поверхности манжеты**
- 4. Разработка технологии изготовления**
- 5. Испытание опытного образца**
- 6. Внедрение в производство**

# Анализ и выбор существующих материалов для уплотнений

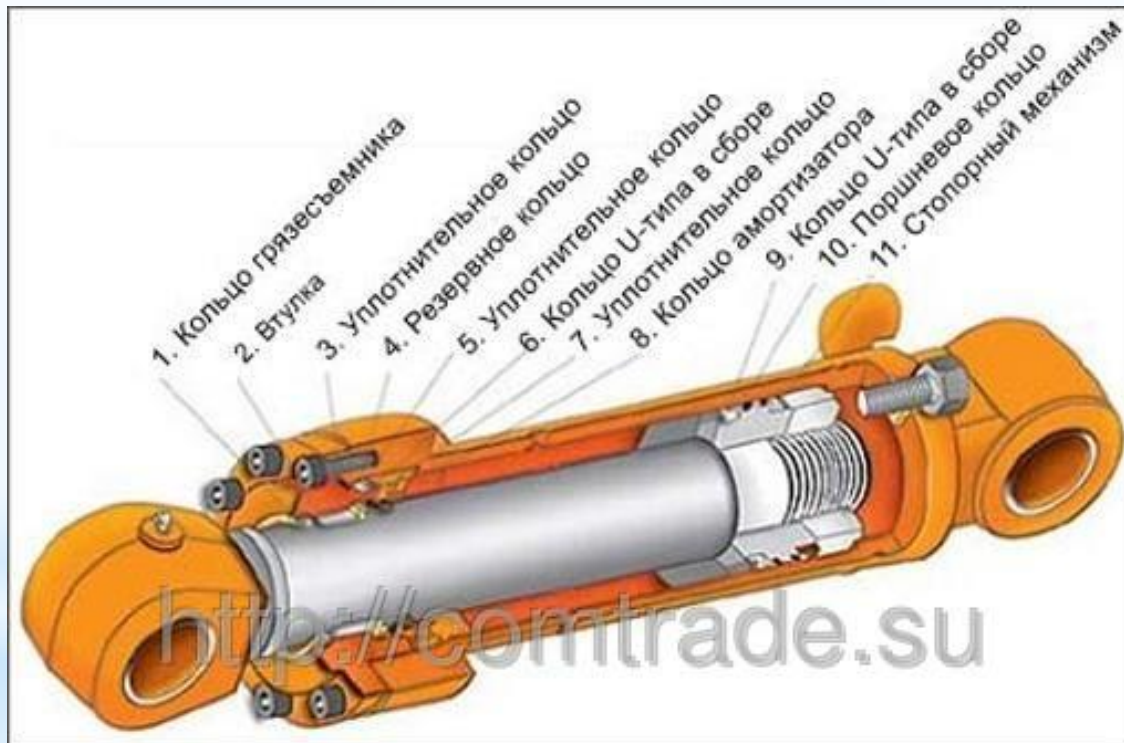
Основные показатели	Полиамид ГОСТ 10589-87	Резина ГОСТ 14896-84 В-14-1	Полиуретан ТУ38-103-137-78 термореактивный
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,09-1,11	1,2	1,1
Предел прочности при растяжении, МПа	50-60	6-17	38
Предел прочности при сжатии, МПа	5		
Твёрдость по Шору, МПа	10-15	7-8,5	
Относительное удлинение при растяжении, %	100-120	120-200	380
Рабочая температура, С <sup>0</sup>	-60,+100	-60,+100	-60,+150
Скорость, м/с	1,0	0,5	5,0
Срез, скалывание, МПа	25	32	40
Коэффициент трения по стали без смазки	0,08-0,11	0,1-0,4	0,17-0,35



# Эксперименты по определению сил трения проводились на специальной установке



На кафедре университета были проведены экспериментальные исследования сил страгивания материалов для изготовления подвижных уплотнений гидроцилиндров на представленной выше установке



Сила трения теоретически определялась по формулам профессора, д.т.н. Ю.М. Багина.

Сила трения определяется по формул

$$F_f = f \cdot N,$$

где  $F_f$  - сила трения;  $f$  – коэффициент трения;  $N$  – нормальная сила в сопряжении уплотнения гильзы цилиндра, Н.

Нормальная сила определяется по формуле:

$$N = 2E \cdot Z_k \cdot b \cdot \delta \cdot H_m \cdot / c - Z_k;$$

где  $E$  – модуль упругости манжеты, МПа;  $Z_k$  – максимальная величина деформации, мм;  $H_m$  – высота манжеты, мм;  $R_{cp}$  – средний радиус манжеты, мм

# Результаты опытов

Результаты опытов показали, что сила трения увеличивается прямо пропорционально величине коэффициента трения. Наибольшая сила трения без смазки зафиксирована у полиамидных манжет. Однако, этот же материал обеспечивает наибольшее снижение силы трения со смазкой. Поэтому оптимальным материалом для изготовления уплотнений является полиуретан. Здесь важным требованием, предъявляемым к уплотнениям гидроцилиндров, является обеспечение надежной герметичности сопряженных поверхностей при незначительном увеличении силы трения. Результаты экспериментальных исследований подтвердили теоретические расчеты силы трения.

# Личный вклад в проект

1. Участие в проведении опытов по определению сил трения манжет из различных материалов с различными натягами
2. Проведение теоретических исследований сил трения, возникающих между манжетой и зеркалом гидроцилиндра

# Коммерциализация проекта

1. Потребителями конечной продукции являются сельскохозяйственные, лесозаготовительные и строительные предприятия.
2. Экономический эффект заключается в повышении надежности работы гидропривода.

# План работы над проектом

Год	План работы	сумма, руб.
2016	✓ Выбор оптимальной формы поверхности манжеты	100 000
	✓ Разработка технологии изготовления	100 000
2017	✓ Испытание опытного образца	100 000
	✓ Внедрение в производство	100 000

**Спасибо за внимание**

Зенков Андрей Сергеевич