

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный аграрный университет»  
Факультет инженерных технологий  
Кафедра технологии металлов и ремонта машин

**ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АКТИВНЫХ УПЛОТНЕНИЙ  
ГИДРОЦИЛИНДРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**  
Выпускная квалификационная работа

**350406.640000.0 .ПЗ**

**Разработал студент**

**Р.Т. Галиахметов**

**Руководитель,**  
доктор PhD, доцент

**В.С. Кухарь**

**Екатеринбург 2022**

# Цель выпускной работы

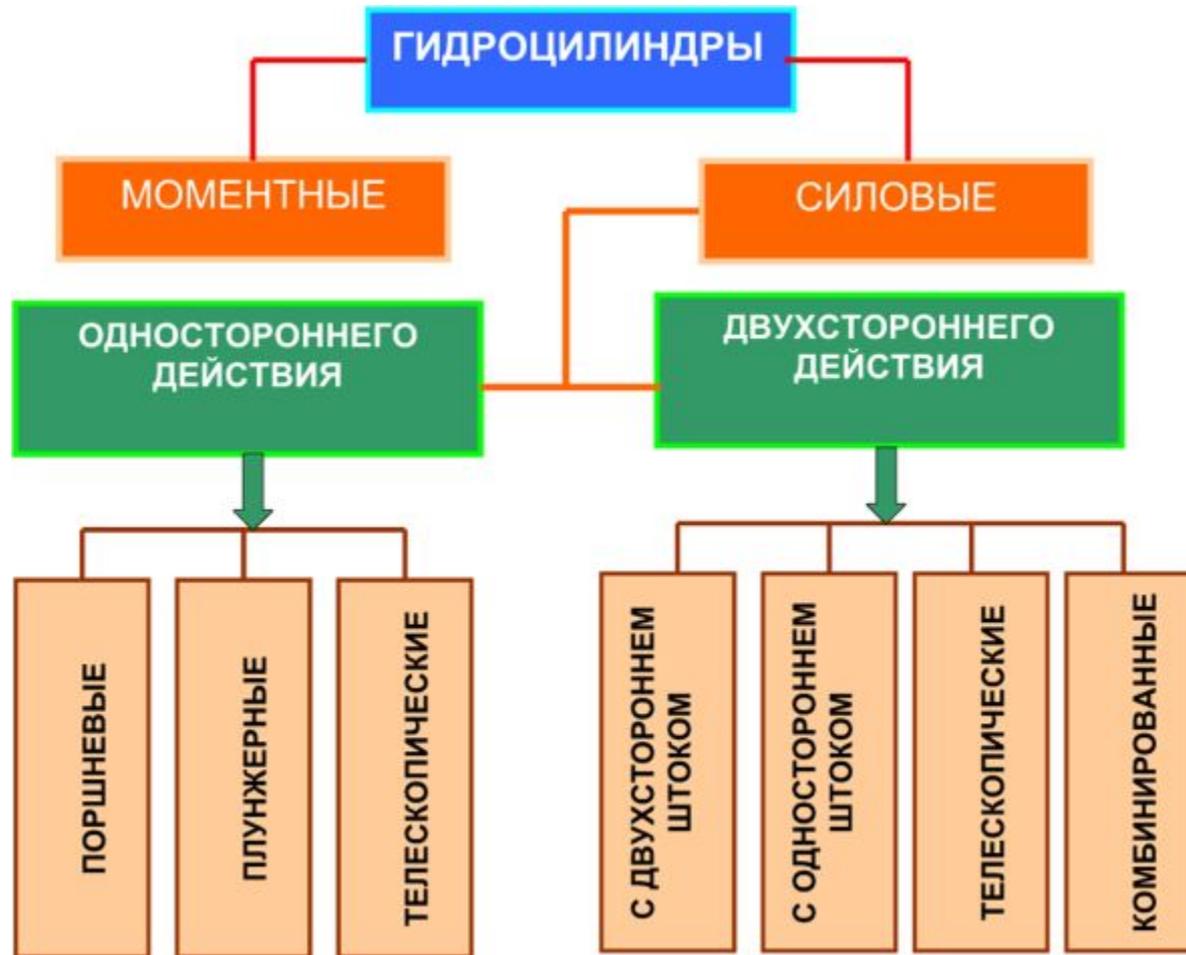
Целью работы является повышение долговечности активных уплотнений гидроцилиндров сельскохозяйственной техники модификацией посадочных мест под уплотнители обеспечивающей снижение скорости релаксации напряжений в областях контакта уплотнителя с герметизируемыми деталями.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи

# Задачи выпускной квалификационной работы

- - Рассмотреть конструктивные особенности, условия эксплуатации и факторы, определяющие надежность гидроцилиндров сельскохозяйственной техники.
- - Рассмотреть теоретическое обоснование принципов модификации посадочного места.
- - Разработка рекомендаций по повышению долговечности активных уплотнений силовых гидроцилиндров
- - Рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны труда
- - Провести оценку экономической эффективности предложенных решений.

# Классификация гидроцилиндров



# Условия эксплуатации гидроцилиндров



Номинальным параметром надежности ГЦ типа Ц является 90%-ный гамма-ресурс, равный 9000 мото-ч при использовании их в гидросистемах тракторов

## Фактор работоспособности уплотнительных устройств

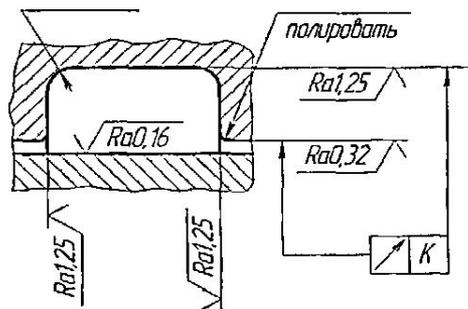
Работоспособность, уплотнительных устройств является определяющим фактором надежности гидроцилиндров сельскохозяйственной техники, выявление и устранение причин отказов которых приведет к повышению их межремонтного ресурса, снижению потерь рабочей жидкости и, тем самым, загрязнению пахотных земель.

# Уплотнительные устройства подвижных соединений гидроцилиндров и требования, предъявляемые к ним

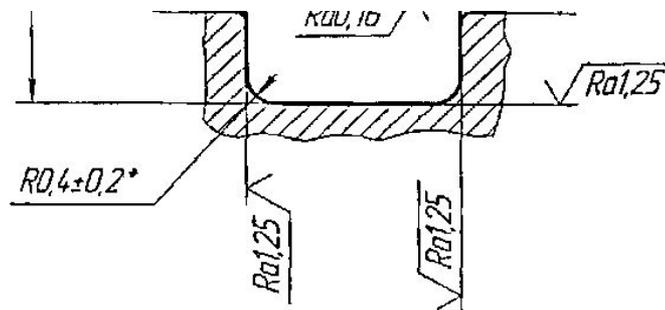
Уплотнительные устройства должны обеспечивать :

- необходимую степень герметизации соединения как в состоянии покоя, так и при движении уплотняемых поверхностей;
- долговечность, определяемую заданным числом рабочих циклов или сроком службы;
- незначительность сил трения в подвижном соединении;
- исключение корродирующего воздействия\* на окружающие детали и коррозионную устойчивость в рабочих средах;
- простоту монтажа и замены уплотнителей;
- небольшие габаритные размеры и массу;
- стойкость к колебаниям рабочего давления и ударным нагрузкам;
- технологичность конструкции;
- универсальность применения.

# Конструкция посадочных мест под уплотнительные кольца для уплотнения цилиндра и штока



а)



б)

Требования, предъявляемые к конструкции посадочных мест для уплотнения цилиндра (а) и штока (б).

# Классификация отказов уплотнений



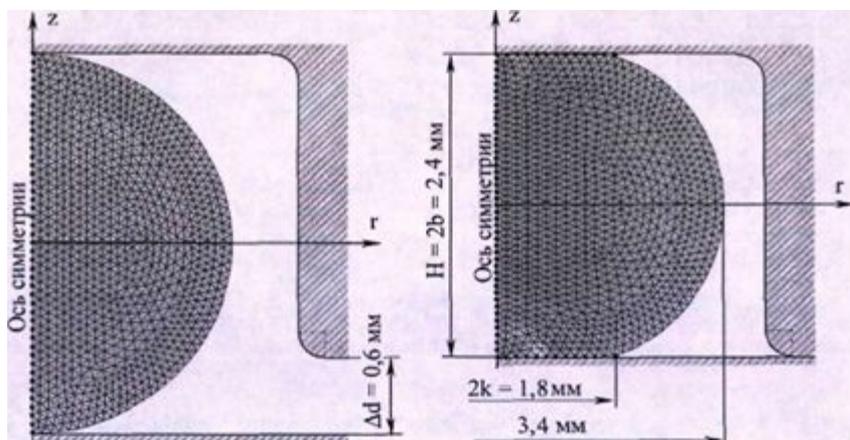
# Увеличение работоспособности уплотнений

Причиной низкой долговечности является высокая скорость релаксации контактных напряжений, обусловленная двумя одновременно протекающими процессами изнашивания, приводящими к снижению высоты полимерных деталей уплотнений: «внешнего», обусловленного трением по уплотняемым поверхностям, и «внутреннего», причиной которого является старение материала уплотнителя, приводящее к накоплению им пластических деформаций.

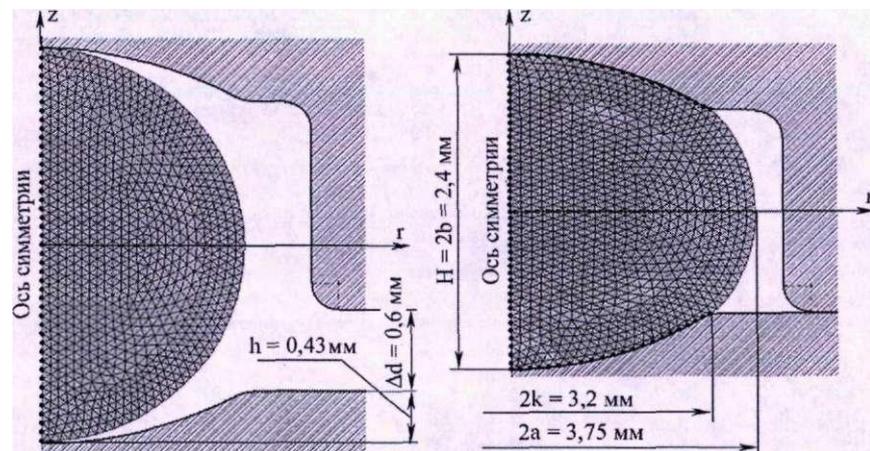
Для обеспечения длительной работоспособности уплотнений требуется их конструктивное совершенствование, в частности, путем модификации посадочных мест под уплотнители.

Задача снижения «внешнего» износа успешно решается применением комбинированных уплотнений. Однако такие уплотнения, удовлетворяя самым жестким типологическим требованиям, не отвечают таким же требованиям в части «внутреннего» износа силового эластомерного элемента.

# Конфигурации стандартного соединения и соединения с модификацией посадочного места

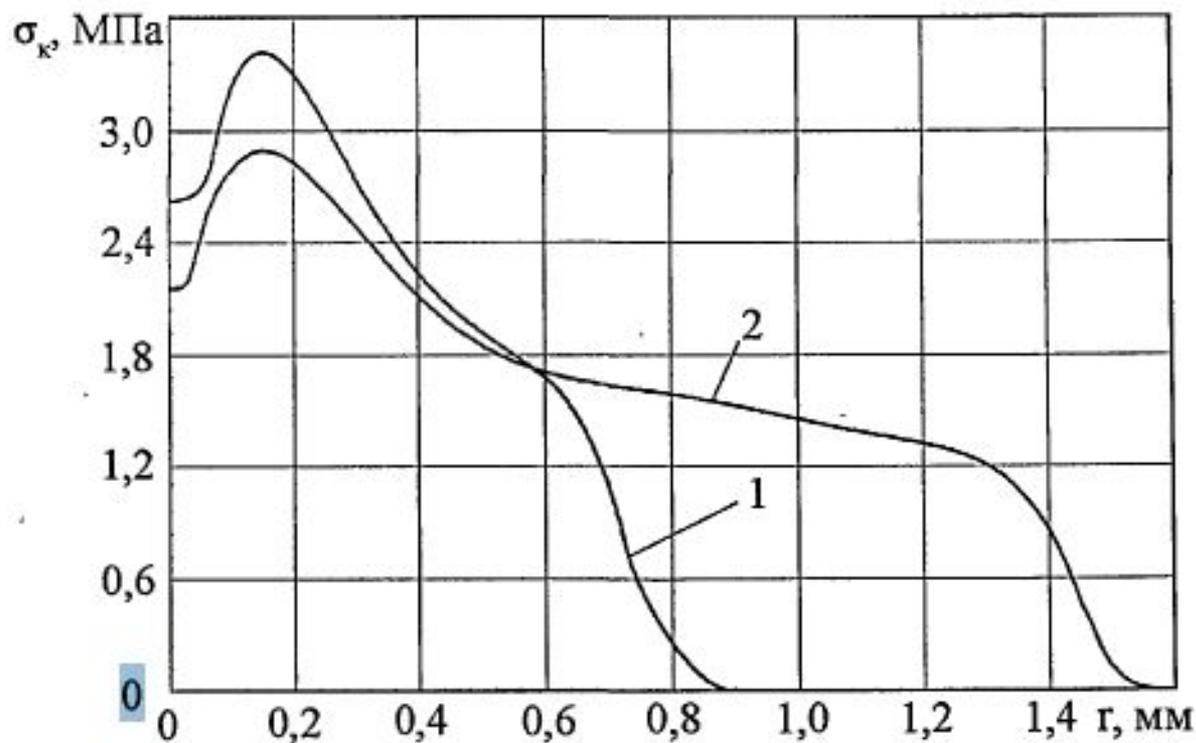


Конфигурации уплотнительного соединения по ГОСТ 9833-73 до (а) и после (б) сжатия уплотнителя



Конфигурации уплотнительного соединения с модификацией посадочного места при соответствии сечений деформированного уплотнителя и эллиптического тора, описывающего конфигурацию дополнительных канавок, до (а) и после (б) сжатия уплотнителя

## Распределение контактных напряжений по полуширине поверхности контакта



для стандартного соединения (кривая 1) и соединения с модификацией посадочного места (кривая 2)

# Рекомендаций по повышению долговечности активных уплотнений силовых гидроцилиндров

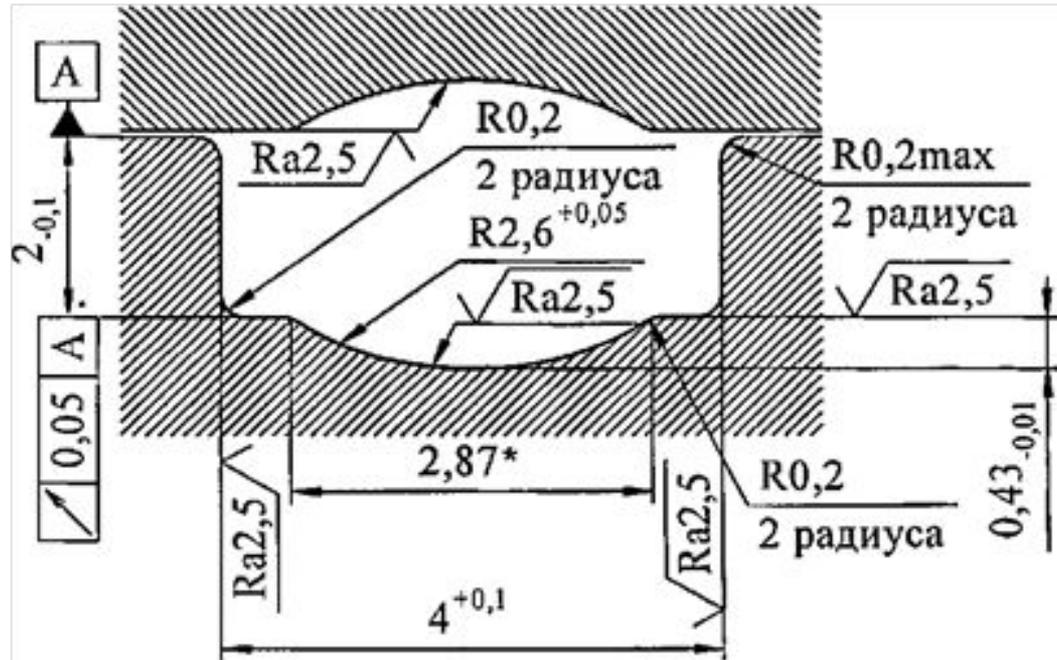


Схема модификации посадочного места

# Экономическая эффективность

Результаты расчета долговечности уплотнительных соединений ГЦ показали, что прогнозируемый межремонтный-ресурс отремонтированных по предлагаемой технологии уплотнительных, узлов составляет  $P_i = 8528$  ч, по традиционной технологии до соответствия требованиям НТД на ГУР трактора МТЗ 80/82  $P_j = 1722$  ч.

Экономический эффект от внедрения данной технологии ремонта уплотнительных соединений на программу 100 силовых гидроцилиндров ГУР тракторов МТЗ 80/82 составит 149076 руб при ремонте штокового уплотнения.

# Выводы

Тенденции мирового развития техники герметизации подвижных сопряжений гидроцилиндров в настоящее время направлены на дальнейшее совершенствование комбинированных уплотнений.

Для повышения долговечности комбинированных уплотнений рекомендуется использовать тот же принцип модификации посадочных мест, рассмотренный выше применительно к уплотнениям неподвижных соединений. Модификация производится путем выполнения дополнительных канавок в виде сегментов эллипса в кольцевой канавке прямоугольного сечения одной из уплотняемых деталей и на внутренней поверхности кольцевого уплотнителя из антифрикционного полимера.

В качестве материала уплотнителя комбинированного уплотнения рекомендуется использовать модифицированные полимеры на основе политетрафторэтилена (фторопласта Ф4) или полиуретана.

Важным условием обеспечения работоспособности и высокого ресурса комбинированных уплотнений является, высокая чистота обработки поверхности скольжения контртел. Рекомендуется назначать параметр шероховатости в пределах Ra 0,64...0,08.

Общими рекомендациями для всех типов уплотнительных соединений является обеспечение их правильного и бездефектного монтажа

Спасибо за внимание мой доклад  
окончен