

## КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИМЕНЯЕМОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

**Г. А. Нестеркин**

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация*

***Аннотация.** Проведен анализ применяемости резиновых армированных манжет в сельскохозяйственной технике. Показано, что точностные параметры вала под манжету имеют различные значения в агрегатах и узлах машин.*

***Ключевые слова:** уплотнение; долговечность; допуск; отклонения; сельскохозяйственная техника.*

## CLASSIFICATION AND APPLICABILITY OF SEALING DEVICES IN AGRICULTURAL MACHINERY

**G. A. Nesterkin**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation*

***Annotation.** The analysis of the applicability of reinforced rubber cuffs in agricultural machinery is carried out. It is shown that the precision parameters of the shaft under the cuff have different values in the units and assemblies of the machines.*

***Keywords:** sealing; durability; tolerance; deviations; agricultural machinery.*

Вопросы обеспечения качества ремонта, его экономической эффективности и функциональности остаются актуальными на современном этапе развития техники [1-3]. Обеспечение точности ответственных соединений при ремонте должно соответствовать нормам взаимозаменяемости [4, 5] и обеспечивать их длительное сопротивление износу [6, 7]. Вопросы соответствия производственных процессов определённым критериям качества также являются актуальными [8, 9]. Большую роль в обеспечении качества играет метрологическое обеспечение производства и контроль деталей по размерам, массе и другим параметрам [10-13], в свою

очередь стабильная точность контроля не позволяет увеличиваться потерям от брака [14].

В уплотнительных устройствах сельскохозяйственных машин, в основном, применяются уплотнения контактного типа между неподвижными уплотнениями и вращающимся валом или между вращающимся валом и корпусом. Ниже приводится таблица 1, которая служит для ориентировочного подбора типа уплотнений в зависимости от условий эксплуатации, и категории сложности доступа к подшипниковому узлу [4].

**Таблица 1 – Подбор типа уплотнений в зависимости от условий эксплуатации**

Показатели	Тип машин		
	Тихоходные	Среднескоростные	Быстроходные
1. Частота вращения главного вала, мин <sup>-1</sup>	до 200	201...1500	1501...3000
2. Режим работы	легкий	легкий	легкий
3. Температура подшипникового узла при работе, °С	50...60	60...70	70...90
4. Окружная скорость вращения вала, м/с	2	5	8
5. Избыточное давление масляной среды, кг/см <sup>2</sup>	1...2	3...5	3...5
6. Категория сложности доступа к подшипниковому узлу	1	2	3
7. Группа окружной скорости машины	тяжелая	средняя	тяжелая
8. Применяемые уплотняющие устройства	резиновые армированные манжеты	грубошерстный войлок резиновые армированные манжеты	тонкошерстный войлок фетр, резиновые армированные манжеты

В зависимости от величины окружной скорости, максимальной температуры в подшипниковом узле, избыточного давления все сельскохозяйственные контактные уплотнительные устройства делятся на пять групп.

По виду конструкции наиболее применимы манжеты нормального исполнения. Согласно техническим условиям, эти манжеты изготавливаются двух типов: однокромочные и однокромочные с пыльником. При этом манжеты первого типа предназначены для предотвращения вытекания уплотняемой среды, а манжеты второго типа, кроме того, и защиты от проникновения пыли.

Манжеты изготавливаются в двух исполнения (рисунок 1): с механически обработанной кромкой и с формованной кромкой. По ГОСТ предусмотрены следующие размеры манжет: наружный диаметр от 16 до 530 мм; высота от 5 до 22 мм – для манжет первого типа, для манжет второго типа высота от 10 до 28 мм.

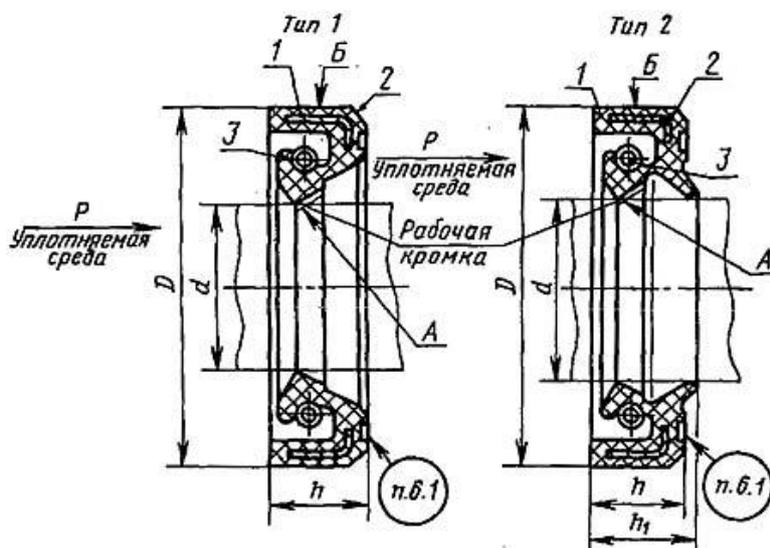


Рисунок 1 – Общий вид резиновых армированных манжет

Согласно технических требований, при изготовлении рабочая кромка и рабочая поверхность манжет должны быть гладкими и не иметь дефектов на расстоянии от кромки: до 2 мм – для валов диаметром до 19 мм; до 2,5 мм – для валов диаметром от 20 до 52 мм; до 3 мм – для валов диаметром от 55 мм и выше. На рабочих поверхностях не допускаются вырывы, трещины, расслоения, заусенцы, включения, а также возвышения и углубления, превышающие, по высоте 0,1 мм и 0,3 мм [4].

В качестве достоинств резиновых армированных манжет можно выделить следующие: самоподжимной уплотняющий эффект, простота конструкции, дешевизна, а также возможность быстрой сборки – разборки.

Недостатки манжет: потери на трение, усиление процессов старения уплотняемой среды или смазки и самого материала манжеты из-за взаимоокисления контактирующих поверхностей резины и уплотняемой жидкости, износ вала в зоне контакта с манжетой.

Манжеты работают в различных средах, включая минеральные масла, воду, дизельное топливо. Работоспособны при температуре от  $-60$  до  $+170$  °С (в зависимости от группы резины). Манжеты выпускаются следующих размеров:

- наружный диаметр от 28 до 340 мм;
- внутренний диаметр от 18 до 300 мм;
- высота от 4 до 14 мм.

В современном сельскохозяйственном, тракторном и автомобильном машиностроении применение манжет в соединении типа «вал-уплотнение» весьма распространено, таблицы 2 и 3.

**Таблица 2 – Анализ точностных параметров соединения «вал – уплотнение» сельскохозяйственной техники**

Наименование и марка машины	Место установки соединения	Размер вала по чертежу, мм	Допуск, мкм	$R_a$ , мкм
Трактор МТЗ-82	Вал трансмиссии	$\text{Æ } 30_{-0,14}$	140	1,6
	Шестерня трансмиссии	$\text{Æ } 50_{-0,05}$	50	0,63
Трактор Т-25	Вал трансмиссии	$\text{Æ } 25_{-0,045}$	45	0,63
	Шестерня трансмиссии	$\text{Æ } 45_{-0,100}$	68	0,8
Трактор Т-40	Вал главного сцепления	$\text{Æ } 50_{-0,040}$	20	0,63
	Вал сцепления ВОМ	$\text{Æ } 60_{+0,15}$	60	1,6
	Вилка ведущей шестерни	$\text{Æ } 45_{-0,1}$	100	1,6
	Цапфа осевая	$\text{Æ } 50_{+0,125}$	50	1,6
Сеноуборочная машина КИК-1,4	Вал главной коробки	$\text{Æ } 45_{-0,62}$	620	2,0
	Вал червячного редуктора	$\text{Æ } 25_{-0,01}$	10	0,63
	Вал основного редуктора	$\text{Æ } 25_{-0,045}$	45	1,6

Так по данным В. М. Кряжкова, проведенный анализ конструктивно-технологических характеристик соединения «вал – уплотнение», по основным параметрам, показывает, что для сравнительно большого количества деталей (37 %) наиболее характерны диаметры валов 50...70 мм, материал – сталь 45, средняя масса 4 кг, твердость рабочей поверхности вала HRC 48...50 и их

шероховатость  $R_a = 0,32$  мкм [4]. Применяемость манжет двухкромочных типа 2 с пыльниками у энергонасыщенных тракторов составляет 68 %, однокромочных типа 1 – 23 %, и 96 % – с двумя рабочими кромками. Широкое распространение в сельскохозяйственных машинах различного назначения получили унифицированные редукторы типа Н 090 ОАО «Моссельмаш», конструктивно разработанные в ОАО «ВИСХОМ». В этих редукторах происходит передача крутящего момента на  $90^\circ$  с различными передаточными отношениями. Наиболее распространена модификация Н 090.20.000, где передаточное отношение равно 1:1 и используются резиновые армированные манжеты с условным обозначением 1.1–32'52–1.

Инженером О. И. Кримененко, установлено, что наибольшее распространение в картофелеуборочных комбайнах ККУ-2 и КПК-3 получили манжеты 1.1–45'65–1, большинство которых – это пыльники для сборочных единиц подшипников качения с консистентной смазкой.

В силовых агрегатах техники, применяемой в сельском хозяйстве, уплотнения используются в двигателях, коробках передач и главных передачах (таблица 3). Наиболее распространены манжеты, приведенные в таблице 4.

**Таблица 3 – Применяемость манжет в силовых агрегатах и автомобилях для сельского хозяйства**

Наименование и марка силового агрегата и автомобиля	Место установки соединения	Манжета, ГОСТ 8752-79
ЯМЗ-236, 238: ЗИЛ, МАЗ, УРАЛ, КРАЗ, Комбайны Дон, Енисей, СКР-7 «Кубань» и др.	Коленчатый вал (201)	2.2-140'170-13
	Коленчатый вал (201)	2.3-64'95-10
	Манжета первичного вала КПП (240)	2.2-25'42-10
	Манжета первичного вала КПП (236)	2.2-42'64-10
	Манжета первичного вала КПП (210)	2.2-38'60-10
	Манжета вторичного вала КПП (210)	2.2-70'92-10
	Манжета вторичного вала КПП (238)	2.2-75'102-10
ЗИЛ-130, ЗИЛ-431480	Манжета ступицы заднего колеса	2.2-140'170-1
	Манжета ступицы	2.2-125'155-3
	Уплотнение подшипника карданного вала торцевое	1.2-25,3'38,5-1,7

Наименование и марка силового агрегата и автомобиля	Место установки соединения	Манжета, ГОСТ 8752-79
ГАЗ-53А	Сальник передний коленчатого вала Сальник крышки заднего подшипника вторичного вала коробки передач Сальник ступицы заднего колеса	1.2-55'80-1 2.1-51'76-1 2.2-95'130-1
КАМАЗ	Крышка заднего подшипника вторичного вала коробки передач Картер маховика Корпус подшипника гидромфты Маховик двигателя Ступица заднего колеса Башмак рессоры задней подвески Крышка стакана подшипника ведущей конической шестерни заднего моста Крышка подшипника картера межосевого дифференциала Крышка подшипника заднего вала среднего моста	2.1-70'92 -1 1.2-105'130-1 2.2-100'125-1 1.2-25 '42-1 2.2-140'170-1 1.2-115'145-1 2.2-70'92-1 2.2-70'92-1 2.1-70'92-1

**Таблица 4 – Применяемость манжет 1.2-25'42-10 и 2.2-25'42-10 в силовых агрегатах техники для сельского хозяйства**

Манжета, ГОСТ 8752-79	Место установки соединения
1.2-25x42-10, либо 2.2-25x42-10	Сальник ЯМЗ – водяного насоса и первичного вала КПП. Двигатели А-01, Т-150К, Д-440, К-700, МТЗ, ЮМЗ, Т-28, ДТ-75

### **Вывод**

В результате работы сформированы аспекты применимости резиновых армированных манжет в сельскохозяйственной технике. Также показаны несоответствия в вопросах назначения параметров точности валов под кромку манжет.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Производство и ремонт отечественных машин для агропромышленного комплекса с позиции принципа 5М / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – № 8. – С. 701-704. – DOI 10.36652/0042-4633-2023 -102-8-701-704.

2. Оценка экономической эффективности функционирования системы менеджмента качества на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Научный результат. Серия: Технология бизнеса и сервиса. – 2016. – Т. 2, № 1(7). – С. 51-56. – DOI 10.18413/2408-9346-2016-2-1-51-56.
3. Леонов, О. А. Построение функциональной модели процесса «Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники» с позиции требований международных стандартов на системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ – 2009. – № 7(38). – С. 35-40.
4. Леонов, О. А. Взаимозаменяемость унифицированных соединений при ремонте сельскохозяйственной техники / О. А. Леонов. – М., 2003. – 166 с. – ISBN 5-86785-121-4.
5. Изменения в стандарте единой системы допусков и посадок / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 12. – С. 39-42.
6. Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова [и др.] // Трение и износ. – 2023. – Т. 44, № 3. – С. 261-269. – DOI 10.32864/0202-4977-2023-44-3-261-269.
7. Леонов, О. А. Модель параметрического отказа для расчета точностных параметров соединения с зазором / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Трение и износ. – 2019. – Т. 40, № 4. – С. 424-430.
8. Леонов, О. А. Технико-экономический анализ состояния технологического оборудования на предприятиях технического сервиса в агропромышленном комплексе / О. А. Леонов, Н. И. Селезнева // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012. – № 5(56). – С. 64-67.
9. Quality Control in the Machining of Cylinder Liners at Repair Enterprises / O. A. Leonov, N. Z. Shkaruba, Y. G. Vergazova [et al.] // Russian Engineering Research. – 2020. – Vol. 40, No. 9. – P. 726-731. – DOI 10.3103/S1068798X20090105.
10. Леонов, О. А. Курсовое проектирование по метрологии, стандартизации и сертификации / О. А. Леонов. – М.: Изд-во ФГОУ ВПО «МГАУ им. В. П. Горячкина», 2002. – 168 с. – ISBN 5-86785-109-5.
11. Леонов, О. А. Алгоритм выбора средств измерений для контроля качества по технико-экономическим критериям / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012. – № 2(53). – С. 89-91.
12. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приёмо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27. – DOI 10.32446/0368-1025it.2022-8-23-27.

13. Леонов, О. А. Управление качеством метрологического обеспечения предприятий / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Сборник научных докладов ВИМ. – 2012. – Т. 2. – С. 412-420.

14. Оценка внешнего брака на предприятиях машиностроения / Г. И. Бондарева, Г. Н. Темасова, [и др.] // Вестник машиностроения. – 2021. – № 11. – С. 93-96. – DOI 10.36652/0042-4633-2021-11-93-96.

***Об авторе:***

**Нестеркин Геннадий Алексеевич**, соискатель ученой степени, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the author:***

**Gennady A. Nesterkin**, Ph.D. candidate, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).