

## **Виды и причины отказов карданных подшипниковых узлов**

**Дегтярев Н.М., аспирант, Пастухов А.Г., д-р техн. наук**

*(ФГБОУ ВПО БелГСХА им. В.Я. Горина)*

*В работе представлен обзор видов и причин отказов подшипниковых узлов и рассмотрены их особенности. Изучены технические требования к рабочим поверхностям шипов крестовин и выполнено их сопоставление с техническими возможностями способов восстановления.*

**Постановка проблемы.** Эффективность работы агропромышленного комплекса Российской Федерации зависит от состояния технической базы и обеспеченности техникой. Технический потенциал сельскохозяйственной отрасли в значительной мере определяется уровнем готовности и надежности машин.

Анализ условий эксплуатации и характерных дефектов машин и оборудования сельскохозяйственного производства свидетельствует о низком качестве изготавливаемых деталей, прежде всего, по критериям износостойкости и прочности критических поверхностей. В сельскохозяйственных ремонтных предприятиях широкая номенклатура изготавливаемых и восстанавливаемых деталей не подвергается упрочняющей термообработке изнашиваемых поверхностей [1]. В этой связи решение задачи по выявлению видов и причин отказов карданных подшипниковых узлов при их изготовлении, ремонте и во время эксплуатации является весьма актуальным.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Работоспособность технологических машин во многом определяется техническим состоянием их трансмиссий. В свою очередь, техническое состояние агрегатов трансмиссий (коробки передач, карданной передачи, главной передачи и т.д.) определяет работоспособность агрегируемой техники.

В настоящее время существует различные виды конструкций карданных передач. Изучением особенностей конструкций, проблем возникающих при эксплуатации и путей совершенствования карданных передач занимались такие ученые как С.Н. Иванов, О.Я. Заславский, Н.Ф. Бочаров, И.Ш. Чернявский, А.И. Козадаев, и др. Исследования, проведенные ранее перечисленными учеными, свидетельствуют о несовершенстве существующих конструкций, в связи с чем наблюдается широкий диапазон видов и причин отказов карданных подшипниковых узлов [2, 3, 4, 5].

В сложившейся ситуации для разработки перспективных энергоресурсосберегающих технологий упрочнения рабочих поверхностей шипов крестовин необходимо изучить вопросы отказов и причин их возникновения.

**Цель работы** – изучение видов и причин отказов карданных подшипниковых узлов.

Для достижения поставленной цели следует решить задачи:

- 1) проанализировать виды отказов карданных передач;
- 2) выявить причины отказов карданных передач;
- 3) сопоставить технические требования обработки крестовин карданных шарниров с технологическими возможностями способов.

**Основной материал исследований.** Среди деталей, подлежащих восстановлению, большую группу составляют крестовины карданных валов автомобилей, тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин. Крестовины карданных валов изготавливают из малоуглеродистых низколегированных сталей марок 55ПП, 60ПП, СТВ2, 18ХГТ, 20Х4, 20ХГН, 20ХГНР и 15ХГН2ТА и другие, подвергая их цементации и закалке с последующим низким отпускком до твердости 58...66 HRC [6].

Известно, что средний статистический ресурс карданных шарниров в эксплуатации составляет около 3500 мото-часов [7].

Вследствии нарушения условий и правил эксплуатации подшипниковых узлов возможны следующие механические повреждения: трещины, риски, задиры, поломки и обломы, скручивания, вмятины и т. д. [6]. Основной

причиной выхода из строя игольчатых подшипников является одностороннее восприятие нагрузки поверхностями шипов и стаканов, а также небольшим количеством иголок. Нерабочие поверхности подшипниковых узлов практически не изнашиваются. Во время работы ролики перекатываются по небольшой ( $3...7^\circ$ ) дуге окружности шипа при значительных радиальных нагрузках. В результате такого перекатывания ролик выдавливает смазку из зоны контакта, что приводит к образованию канавки и увеличению скорости износа. Такой процесс износа типичен для автомобильных шарниров и носит название бринеллирование. Характерный вид изнашивания карданных шарниров тракторов – усталостное выкрашивание. Вследствие отсутствия сепаратора в игольчатом подшипнике и наличия радиального зазора происходит перекося шипа в стакане и наклон иголок (до  $6^\circ$  к образующей шипа), возникает трение между торцом шипа и дном стакана, что ухудшает работу подшипника и увеличивает скорость износа. После нарушения геометрии соединения «шип – подшипник» по вышеуказанным причинам, происходит нарушение нормальной работы уплотнений и возникает возможность попадания в подшипник абразивных частиц. Непроточность системы смазки шарнира приводит к закоксовыванию смазочных каналов [8]. Химические повреждения происходят значительно реже. К ним относятся коррозия, раковины, эрозионные разрушения. Так же эксплуатация машины сопровождается процессами естественного изнашивания, следствием которых является ухудшение технико-экономических показателей ее использования [6].

Опыт эксплуатации карданных передач показал, что особо низкая их долговечность наблюдается тогда, когда в спектре циклических нагрузок преобладают высокие частоты резонанса на рабочих скоростях. При этом характерные дефекты игольчатых подшипников, в виде так называемого бринеллирования рабочих поверхностей, появляются при исправных уплотнениях и наличии смазки в подшипниках [9].

Таким образом, характерные дефекты крестовин карданных шарниров свидетельствуют о низком качестве изготовления, прежде всего, по критериям

износостойкости и прочности критических поверхностей.

Обобщение данного материала позволило составить схему отказов карданных подшипниковых узлов, которая представлена ниже на рисунке 1.



Рис. 1. Схема отказа карданных подшипниковых узлов

Анализ данной схемы отказов показывает, что основные неисправности, возникающие в карданном подшипниковом узле, имеют технологический и эксплуатационный характер. Очевидно, что меры продления срока службы крестовин карданных валов должны быть направлены на уменьшение неравномерности распределения давления между углами и по их длине, устранение возможности их перекоса, обеспечение минимального осевого смещения крестовины, а также на разработку рациональных конструкций деталей карданных сочленений, изыскание материалов и видов обработки для их изготовления и подбор соответствующих сортов смазки для применения в эксплуатации.

Особое внимание стоит уделить твердости рабочих поверхностей крестовин. Выше перечисленные проблемы решают на стадиях изготовления, для новых деталей, и эксплуатации, для деталей исчерпавших свой ресурс. В

частности технические требования к рабочим поверхностям шипов крестовин устанавливаются: шероховатость цилиндрических поверхностей составляет  $R_a=0,63$  при твердости  $HRC \geq 61$ ; на торцах шипов крестовин шероховатость составляет  $R_a=0,8$  при твердости  $HRC \geq 58$ .

Анализ существующих способов восстановления позволил сопоставить технические требования к обработке крестовин и параметры, получаемые при восстановлении рабочих поверхностей шипов крестовин (таблица 1).

Таблица 1 – Способы и требования к закалке и восстановлению шипов крестовин

Параметры	Технологические требования	Способы						
		1	2	3	4	5	6	7
Твердость (HRC)	58...68	$\geq 59$	до 70	$\geq 59$	до 56	до 62	до 60	до 70
Глубина упрочненного слоя, мм	Не менее 0,8	1,6-2,2	0,3-0,4	-	-	до 1,5	-	0,3-2
Восстановление размеров, мм	$\varnothing, l$	-	-	+	+	+	+	+

1 – цементация; 2 – ультразвуковое упрочнение; 3 – пластическая деформация; 4 – восстановление с применением взрывного устройства; 5 – наплавка; 6 – постановка втулок; 7 – электрохимическая обработка

Одним из перспективных способов упрочнения может быть электрохимическая обработка (ЭМО), которая позволит значительно увеличить ресурс деталей шарниров путем упрочнения рабочих поверхностей на глубине 0,04...0,30 мм с одновременной чистовой обработкой до  $R_a=0,63...1,25$  мкм при твердости  $HRC 52...68$ , при этом максимальная глубина поверхностного слоя с заданной твердостью равна 4,0 мм.

Сопоставляя технологические возможности электрохимической обработки и технические требования к рабочим поверхностям шипов крестовин отмечаем, что ЭМО может быть весьма перспективным способом упрочнения и восстановления карданных шарниров. При ремонте можно использовать различные виды ЭМО, в частности, отделочно-упрочняющую ЭМО, что значительно позволит увеличить ресурс деталей шарниров.

Типовой технологический процесс ЭМО содержит операции восстановления геометрических размеров рабочих поверхностей, непосредственно закалки этих поверхностей и финишной шлифовальной обработки.

**Выводы.** На основании выше изложенного материала можно сделать следующие выводы:

1) на основании обзора причин и проявлений выхода из строя карданных подшипниковых узлов установлено, что основными видами отказа являются ложное бринеллирование и усталостное выкрашивание рабочих поверхностей деталей, которые тесно связаны с износостойкостью и прочностью рабочих поверхностей;

2) анализ технологических возможностей существующих способов восстановления крестовин карданных шарниров показывает, что для упрочнения рабочих поверхностей крестовин карданных шарниров наиболее эффективна электромеханическая обработка;

3) применение электромеханической обработки крестовин карданных шарниров позволит разработать энергоресурсосберегающие технологические процессы упрочнения их рабочих поверхностей.

#### **Список литературы:**

1. Федоров С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственной техники: автореферат дис... доктора технических наук: 2.07.2009/ Федоров С.К.; МГАУ – Москва, 2009, 32 с.

2. Иванов С.Н., Козадаев А.И., Пивоваров Б.И., Сокруто И.В. Карданные передачи грузовых автомобилей. Проблемы и решения / С.Н. Иванов, А.И. Козадаев, Б.И. Пивоваров, И.В. Сокруто, НАМИ, КамАЗ // Автомобильная промышленность, 1992. – №11. –с.12-14.

3. Заславский О.Я., Шиленко Ф.Ф., Шкирич Б.Н. Смазка и работоспособность карданных передач / О.Я. Заславский, Ф.Ф. Шиленко, Б.Н. Шкирич // Автомобильная промышленность, 1975. – №4. –с.19-20.

4. Бочаров Н.Ф., Мамедов И.Х., Семенов В.М., Стрементарев В.А. Высокочастотные колебания автомобильных карданных передач и способы их снижения / Н.Ф. Бочаров, И.Х. Мамедов, В.М. Семенов, В.А. Стрементарев // Автомобильная промышленность, 1988. – №5. –с.94-98.

5. Чернявский И.Ш., Шаповалов Ю.К., Травкин И.В. и др. Снижение динамической нагруженности трактора Т-150 / И.Ш. Чернявский, Ю.К. Шаповалов, И.В. Травкин, О.И. Калногуз, Д.С. Местецкая, В.Д. Величко // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1999. – №4. –с.35-37.

6. Апхудов Т.М. Способ восстановления карданного вала / Т.М. Апхудов // Вестник ФГУ ВПО МГАУ, 2008. — №2. — С. 154-155.

7. Сигаев А.М. Анализ динамики изнашивания карданных шарниров трактора Т-150К и выбор диагностических параметров / А.М. Сигаев // Динамика, прочность и надежность тракторов и с.х. машин. Сб. и тр МИИСП, т. XV, вып. 12, М., 1978.

8. Тавлыбаев Ф.Н. Продление срока службы карданного вала. // Восстановление деталей машин и оборудования. Научно-технический информационный сборник. Выпуск 1. Информагротех. М.: 1991 г.

9. Лапшин С.А. Основные направления повышения долговечности карданных передач тракторов / С.А. Лапшин // Тракторы и сельхоз машины,

## **Abstract**

### **Types and causes of failure cardan bearing units**

Degtyarev N.M., Pastukhov A.G.

*This paper presents an overview of types and causes of failures of the bearing assemblies and examined their features. Studied the technical requirements for the working surfaces of tenons and frogs made their comparison with the technical capabilities of methods of recovery.*

## **Анотація**

### **Види і причини відмов карданих підшипникових вузлів**

Дегтярьов М.М., Пастухов О.Г.

*У роботі представлено огляд видів і причин відмов підшипникових вузлів і розглянуто їх особливості. Вивчено технічні вимоги до робочих поверхонь шипів хрестовин і виконано їх зіставлення з технічними можливостями способів відновлення.*