

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗРАБОТАННОГО
САПУНА РЕДУКТОРА НА РЕСУРС
ТРАНСМИССИИ ТРАКТОРА И МЕТОДЫ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ**

**PROVIDES AN ASSESSMENT OF THE IMPACT
OF THE DEVELOPED BREATHER GEAR ON
RESOURCE TRACTOR TRANSMISSION,
METHODS OF DETERMINATION OF WEAR
AND TEAR**

Спицын И. А., д.т.н., профессор
spicn@mail.ru

Spitsin I.A. Professor
spicn@mail.ru

Орехов А.А., к.т.н., доцент

Orehov A. A.,

Ардеев Е.Н., к.т.н

Andreev E.N.

Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. *Penza State Agricultural Academy.*

В статье представлена оценка влияния разработанного сапуна редуктора на ресурс трансмиссии трактора, а также анализируются методы определения износа деталей путём спектрального анализа масла, и раскрывается сущность метода измерения интенсивности рентгеновского флуоресцентного излучения железа, накапливаемого в масле.

The paper presents an assessment of the impact of the developed breather gear the resource tractor transmission and analyzes methods for the determination of wear and tear by spectral analysis of the oil, and the essence of the method of measuring the intensity of X-ray fluorescence emission of iron accumulated in the oil.

Ключевые слова: сапун редуктора, трансмиссия трактора, ресурс, смазочное масло, износ деталей, железо, аналитический сигнал.

Keywords: breather gear transmission tractor, resource, lubricating oil, wear, iron, analytical signal.

Надежность агрегатов трансмиссий современных сельскохозяйственных тракторов в настоящее время остается недостаточно высокой. На их долю приходится 20...40 % всех отказов [1]. Низкие показатели надёжности агрегатов трансмиссии в значительной степени обусловлены выходом из строя подшипников и зубчатых колес [2].

Абразивное изнашивание, вызванное твердыми частицами пыли, значительно преобладает среди других причин, определяющих выход из строя подшипников, зубчатых колес и других деталей трансмиссии. Попадание абразивных частиц пыли в полость трансмиссии происходит в основном в результате газообмена с окружающей средой из-за недостаточной герметичности сборочных единиц трансмиссии [3-6]. У тракторов различных марок более 50% неисправностей от общего

количества связаны с неудовлетворительной герметичностью соединений [7].

Одним из путей решения проблемы герметизации является совершенствование конструкций сапунов, применяемых в тракторных трансмиссиях.

Нами для повышения герметичности полости трансмиссии разработано устройство (сапун редуктора), позволяющее поддерживать в ней атмосферное давление, исключаящее газообмен с окружающей средой и практически исключаящее поступление абразивных частиц в смазочную систему [1]. Нами разработано устройство - «Сапун редуктора» (рисунок 1) [8], для установки на установки на мобильную машину. Сапун прост в изготовлении и обслуживании, приспособлен и для переоборудования машин, уже находящихся в эксплуатации. Он состоит из эластичного баллона 1, включающего полость для компенсации разрежения 2, прикрепленной к нему рамки 3, двух пружин сжатия 4, ограничивающих свободное опускание баллона 1. Рамка 3, пружины 4 и эластичный баллон 1 установлены на раме 5. Эластичный баллон 1 посредством трубопровода 6 сообщен со штуцером 7, который соединен с картером 8 редуктора. Эластичный баллон 1 закрыт защитным колпаком 9. Сапун устанавливается в удобном для доступа месте мобильной машины. Для контроля герметичности к трубопроводу 6 присоединен манометр 10, который при помощи патрубка 11 можно вывести в кабину мобильной машины.

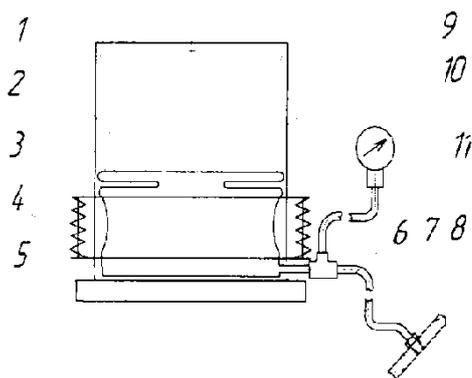


Рисунок 1 - Сапун редуктора (наименование позиций - в тексте)

Оценку эффективности работы сапуна проводили на примере трансмиссии трактора Т-150К, путём определения продуктов износа деталей трансмиссии в смазочном масле.

В настоящее время имеются различные приборы и методики, позволяющие проводить спектральный анализ смазочных масел. Эти методики предусматривают использование градуировочных образцов и имеют определённые недостатки [9, 10].

Поэтому в наших исследованиях мы определяли наличие продуктов износа деталей трансмиссии и оценивали влияние разработанного сапуна [8] на техническое состояние сборочных единиц трансмиссии по аналитическим сигналам, представляющих собой скорость счета (имп./с) электрических импульсов датчика, которая для каждой линии флуоресцентного излучения пропорциональна интенсивности [11]. Сущность метода заключается в измерении интенсивности рентгеновского флуоресцентного излучения определяемых элементов в предварительно подготовленных образцах.

Определение продуктов износа деталей трансмиссии состоит из подготовки испытуемых образцов и измерения интенсивности рентгеновского флуоресцентного излучения определяемых элементов. Подготовка испытуемых образцов заключалась в следующем.

Нагретую до 80°C пробу масла перемешивали на вибрационной мешалке в течение 5 мин. в емкости, заполненной не бол ее чем на 3/4 ее вместимости. В стакан помещали подготовленную пробу испытуемого масла массой 50±0,02 г и разбавляли в соотношении 1:4 подогретым на водяной бане до температуры 80 °С толуолом.

Раствор наливали на фильтр по стеклянной палочке, воронку с фильтром наполняли раствором не более чем на 3/4 высоты фильтра. Остатки масла или твердые примеси, приставшие к стенкам стакана, снимали стеклянной палочкой и смывали на фильтр горячим чистым толуолом, нагретым до 80°C.

При выполнении измерений интенсивности рентгеновского флуоресцентного излучения применяли аппарат рентгеновский для спектрального анализа «СПЕКТРОСКАН МАКС-GFIE» ТУ 4276-001-23124704-200, персональный компьютер (ПК) с процессором Intel Pentium III и кювету, фиксатор, обойму, пленку полиэтилентерфталатную марки ПЭТ-КЭ по ГОСТ 24234-80.

Высушенный фильтр с осадком накрывали полиэтилентерфталатной пленкой, закрепляли на кювете, которую вставляли в обойму, а обойму устанавливали в спектрометр.

Наиболее типичным материалом изготовления деталей трансмиссии служит легированная сталь. Поскольку основным элементом стали является железо (Fe), оценку изменения технического состояния сборочных единиц трансмиссии проводили по аналитическим сигналам железа.

Аналитическая линия и экспозиция (время измерения аналитических сигналов) приведены в таблице [11].

Таблица 1 - Аналитическая линия и экспозиция

Определяемый компонент	Кристалл-анализатор	Аналитическая линия	Экспозиция, с
Fe ₂ O ₃	LiF(200)	FeKa	20

По зависимостям накопления железа (рисунок), полученным в результате обработки данных спектрального анализа, проведена аналитическая оценка влияния разработанного сапуна на ресурс трансмиссии трактора.

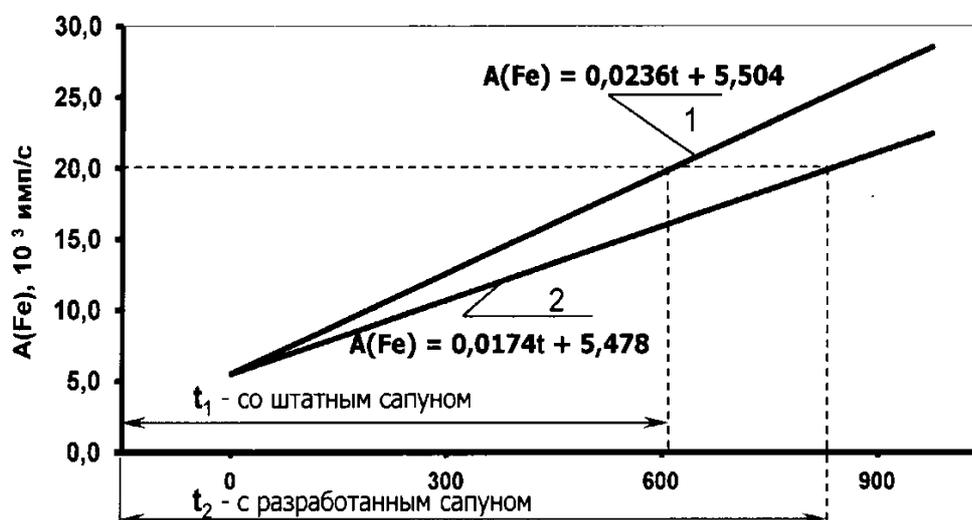


Рисунок 2 - Зависимости содержания железа (аналитического сигнала $A(\text{Fe})$) в масле, отобранном из полостей ведущих мостов тракторов, от наработки: 1) со штатным сапуном; 2) оснащенных разработанным сапуном

Исходя из того, что ресурс - это суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние [12] и результатов анализа трансмиссионного масла ТЭп-15 (ТМ-2-18) ГОСТ 23652-79, отобранного из полостей

ведущих мостов тракторов Т-150К, установлены зависимости содержания железа от наработки [13]: при работе со штатным сапуном.

$$A(\text{Fe})_{\text{пред}} = 0,0236 \tau_{p1} + 5,504, \quad (1)$$

при работе с разработанным сапуном редуктора

$$A(\text{Fe})_{\text{пред}} = 0,0174 \tau_{p2} + 5,478, \quad (2)$$

где $A(\text{Fe})_{\text{пред}}$ - содержание железа в масле, соответствующее предельному состоянию объекта, имп/с;

τ_{p1} - ресурс трансмиссии трактора при работе со штатным сапуном, мото-ч;

τ_{p2} - ресурс трансмиссии трактора при работе с разработанным сапуном редуктора, мото-ч.

Приравнивая выражения (1) и (2), и проведя математические преобразования, получаем отношение ресурса τ_{p2} к ресурсу τ_{p1} :

$$\tau_{p2} / \tau_{p1} = 1,358$$

Таким образом, применение разработанного сапуна редуктора позволяет увеличить ресурс трансмиссии трактора в 1,358 раза. Увеличение ресурса трансмиссии при использовании разработанного сапуна, объясняется меньшей интенсивностью накопления продуктов износа (железа).

Литература

1. Повышение долговечности деталей трансмиссий сельскохозяйственной техники. Аналитические и обзорные справки. - М.: Информагротех, 1998.-5с.
2. Сафонов, В.В. Повышение долговечности ресурсопределяющих агрегатов мобильной сельскохозяйственной техники путем применения металлсодержащих смазочных композиций: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В.В. Сафонов. - Саратов, 1999.-36с.
3. Орехов, А.А. К вопросу энергоресурсосбережения при эксплуатации агрегатов трансмиссий мобильной сельскохозяйственной техники / А.А. Орехов // Сб. материалов международной науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора А.Ф. Блинохватова.- Пенза: РИО ПГСХА, 2008. - С. 173-174.
4. Спицын, И.А. Теоретические предпосылки к разработке сапунов новой конструкции / И.А. Спицын, А.А. Орехов, Е.Н. Ардеев // Нива Поволжья.- 2008. - № 4. - С. 57-60.
5. Матвеев, В.В. Совершенствование режима смазки - как фактор повышения надежности тракторных трансмиссий и увеличения сроков службы трансмиссионного масла / В.В. Матвеев, Г.А. Ленивец // Совершенствование технологических процессов очистки и использования масел в сельском хозяйстве: Сб. науч. тр. / Ульяновский СХИ. - Ульяновск, 1987. - С.5-15.
6. Янзин, В.М. Показатели, характеризующие герметичность трансмиссии и их определение при техническом обслуживании трактора / В.М. Янзин // Ресурсосберегающие методы использования сельскохозяйственной техники: Сб. науч. тр. / Ульяновский СХИ. - Ульяновск, 1990. - С. 19-22.
7. Бондарева, Г.И. Герметизация неподвижных фланцевых соединений силиконовыми герметиками при ремонте сельскохозяйственной техники: Авто реф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Г.И. Бондарева. - М., 2000. - 20с.
8. Пат. 2256835 РФ, МПК7 F16H 57/04. Сапун редуктора /И.А. Спицын, А.А. Орехов, Е.Н. Ардеев (РФ). - № 2003134896/11; Заявлено 01.12.2003; Опубл. 20.07.2005.-3 с.
9. Юдин, А.А. Рекомендации по нормированию критериев оценки технологического состояния узлов трансмиссии ГТД по результатам спектрального анализа масла / А.А. Юдин, В.А. Степанов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ciam.ru/docs/004-2005-06-14/Statval.pdf>
10. Евдокимов, Ю.И. Организация системы контроля единства измерений в лабораториях, осуществляющих диагностику авиационных двигателей по спектральному анализу рабочих масел масла / Ю.И. Евдокимов, Ж.Н. Хохлова, В.А. Степанов, А.Г. Сазонов, С.А. Буянов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ciam.ru/docs/004-2005-06-14/StatYa3.pdf>
11. металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М049-П/04. - С.Пб: ООО «НПО «Спектрон», 2004. - 21 с.
12. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения/ Надежность в технике: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.-34с.
13. Спицын, И.А. Повышение технического ресурса трансмиссии трактора / И.А. Спицын, А.А. Орехов, Е.Н. Ардеев // Нива Поволжья. - 2007. - №3(4). -С. 50-54.

Bibliography

1. Increasing longevity transmission parts agricultural machinery. Analytical and review reference. - M.: Informagroteh, 1998. 5с.
2. Safonov, VV Increasing longevity resursoopredelyayuschih aggregates mobile agricultural machinery through the use of metal-containing lubricant compositions: Author. dis. ... Dr. tehn. Science / VV Safonov. - Saratov, 1999, 36с.
3. Nuts, AA On the issue of energy saving in the operation of transmission assemblies mobile agricultural machinery / AA Nuts // Proc. materials of the international scientific-practical. Conf., dedicated to the memory of Professor AF Blinohvatova.- Penza: RIO PGSKHA, 2008. - S. 173-174.
4. Spitsin, IA Theoretical background to the development of new design breather / IA Spitsin, AA Nuts, EN Ardea // Niva Povolzhya.- 2008. - № 4. - S. 57-60.
5. Matveev, VV Improving the lubrication regime - as a factor in improving the reliability of tractor transmissions and increase the life of the transmission oil / VV Matveev, GA Sloths // Improvement Process cleaning and the use of oils in agriculture: Sat. scientific. tr. / Ulyanovsk Agricultural Institute. - Ulyanovsk, 1987. - S.5-15.
6. Yanzin, VM The indicators characterizing the tightness of the transmission and the definition in the maintenance of the tractor / VM Yanzin // Resource practices of agricultural machinery: Sat. scientific. tr. / Ulyanovsk Agricultural Institute. - Ulyanovsk, 1990. - P. 19-22.
7. Bondareva, GI Sealing fixed flanges silicone sealants in the repair of agricultural machinery: Auto Ref. dis. ... Cand. tehn. Sciences: 05.20.03 / GI Bondarev. - M., 2000. - 20 s.
8. Pat. 2256835 RF MPK7 F16H 57/04. Breather gear /I.A. Spitsin, AA Nuts, EN Ardea (RF). - № 2003134896/11; 01.12.2003 stated; Publ. 20.07.2005.-3.
9. Yudin, AA Recommendations for standardization of criteria for assessing the technological state transmission assemblies GTD on the results of spectral analysis of oil / AA Yudin, VA Stepanov [electronic resource]. URL: <http://www.ciam.ru/docs/004-2005-06-14/Statval.pdf>
10. Evdokimov, YI Organization of the system control the uniformity of measurements in laboratories performing diagnostics of aircraft engines for the spectral analysis of working oil oil / YI Evdokimov, JN Khokhlova, VA. Stepanov, AG Sazonov, SA Brawlers [electronic resource]. URL: <http://www.ciam.ru/docs/004-2005-06-14/StatYa3.pdf>
11. The metal powder soil samples by X-ray fluorescence analysis. M049-P / 04. - S.Pb: "NPO" Spectron ", 2004. - 21 p.
12. GOST 27.002-89 Reliability in the art. Basic concepts. Terms and Definitions / reliability of the technique: Sat. Guest. - M.: Publishing IEC standards, 2002, 34с.
13. Spitsin, IA Improving technical resource tractor transmission / IA Spitsin, AA Nuts, EN Ardea // Volga Niva. - 2007. - №3 (4). -C. 50-54.