

## СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОЛУОСЕЙ ВЕДУЩИХ МОСТОВ ТРАКТОРА

Чернявский И.С., Немилостивая А.И., Травкин И.В.

*Харьковский тракторный завод*

*Изложены основные результаты работ по повышению долговечности полуосей за счет улучшения динамических характеристик*

Опыт массовой эксплуатации тракторов Т-150К показал, что имели место выходы из строя полуосей колесных редукторов. В связи с этим было проведено их комплексное исследование.

Исследование включало оптимизацию следующих параметров:

- 1) марки стали;
- 2) твердости;
- 3) диаметра гладкой части.

Выбор оптимальных параметров полуосей проводился с учетом унификации их для семейства тракторов Т-150. Следует подчеркнуть, что в настоящее время отсутствует унификация полуосей в тракторной и автомобильной промышленности.

В массовой эксплуатации выходы из строя полуосей с диаметром гладкой части 49 мм зафиксированы во всех годах выпуска тракторов, задних полуосей более часты чем передних, а левых (как задних, так и передних) более часты, чем правых.

В заводском отделе технической эксплуатации тракторов зафиксировано в период 1975-1977 гг. 300 случаев выхода полуосей из строя.

Максимальное время наработки  $T_{\max} = 4500 - 9300$  мото-часов.

Минимальное время наработки  $T_{\min} = 50 - 260$  мото-часов.

Среднее время наработки  $T_{cp} = 1650 - 1930$  мото-часов.

Выход из строя полуосей в эксплуатации был связан:

- а) с низкой твердостью;
- б) с механическим повреждением гладкой части полуоси, вследствие касания со ступицей заднего моста;
- в) со значительными динамическими нагрузками.

Полуоси с диаметром гладкой части 45 мм равнопрочны по всей длине. По данным лабораторных исследований крутящий момент, соответствующий пределу текучести полуосей Ø49 Ø45 мм одинаков и со-

ставляет при HRC 40...47 12000Н·м. При этом для полуосей Ø49 мм разрушение происходит по эвольвентным шлицам, а для полуосей Ø45 мм - по галтели перехода к эвольвентным шлицам.

По данным лабораторных исследований при установке полуосей Ø45 мм динамические нагрузки в трансмиссии трактора Т-150К значительно снижаются на валу муфты сцепления, карданах и полуосях.

На валу муфты сцепления на I-IV передачах резонанс сместился в нерабочий диапазон оборотов двигателя с  $1500 \leq n_{рез}^{об} \leq 1750$  об/мин. на  $1050 \leq n_{рез}^{об} \leq 1300$  об/мин. На переднем кардане резонанс смещается с  $1200 \leq n_{об} \leq 1500$  об/мин. на  $n_{об} \leq 1000$  об/мин.

На заднем кардане установка на трактор полуосей Ø45 мм приводит к снижению размахов колебаний момента на VII-VIII передачах в диапазоне  $n_{об} = 1800...2100$  об/мин. в 1,5...2 раза. При этом резонанс смещается в зону более высоких оборотов двигателя  $n_{рез} > 2200$  об/мин.

На передней полуоси резонансные значения размахов колебаний момента достигают величины:

- с полуосями Ø49 мм - 30...50 кгм,
- с полуосями Ø45 мм - 24...44 кгм.

На задней полуоси частота резонанса и размахи колебаний на I-IV передачах снизились с 24...30 Гц до 16...29 Гц и с 44...70 кгм до 22...32 кгм.

На VII-VIII передачах в диапазоне 1800...2100 об/мин. двигателя на задней полуоси имеет место снижение размахов колебаний момента в 2,5...4 раза. Это обусловлено тем, что при установке полуосей Ø45 мм резонансные явления на заднем кардане смещаются в более высокую зону оборотов двигателя  $n_{рез}^{об} > 2200$  об/мин.

Расчет полуосей проводится на усталостную и статическую прочность. Полуоси нагружены только крутящим моментом. Так как полуось находится под действием нагрузок вероятностного характера, то предлагается рассматривать пульсирующий и асимметричный циклы нагружения [1, 2].

При ускоренных стендовых испытаниях полуось работает в симметричном цикле.

Предельный момент по усталости, передаваемый полуосью Ø45 мм, при симметричном цикле нагружения лимитируется шлицами и составляет 2120 Н·м.

Предельные касательные усилия допустимые по условиям усталостной прочности полуосей Ø45 мм при асимметричном цикле нагружения

составляют для тракторов Т-150, Т-150К и Т-150КМ  $P_k = 7000$  кг, для трактора Т-150К -  $P_k = 8000$ кг.

Данные расчета полуосей на усталостную и статическую прочность приведены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1. Расчет полуосей Ø45 мм на усталостную прочность при работе на I передаче

| Марка трактора                     |                       | Т-150   |         |         |         | Т-150М  |      |              |      |        |       |
|------------------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------|--------------|------|--------|-------|
| Момент, передаваемый полуосью, Н·м |                       | 2180    |         |         |         | 2940    |      |              |      |        |       |
| Цикл нагружения                    |                       | пульс.  |         | асим.   |         | пульс.  |      | асим.        |      |        |       |
| HRC поверхности                    |                       | 34...41 | 40...47 | 34...41 | 40...47 | 40...47 |      |              |      |        |       |
| $n_1$                              | в гладкой части       | 1,13    | 1,23    | 1,24    | 2,28    | 0,94    | 1,73 |              |      |        |       |
|                                    | в прямобочных шлицах  | 0,82    | 0,89    | 1,58    | 1,73    | 0,68    | 1,33 |              |      |        |       |
|                                    | в эвольвентных шлицах | 0,81    | 0,87    | 1,49    | 1,63    | 0,67    | 1,24 |              |      |        |       |
| Марка трактора                     |                       | Т-150К  |         |         |         | Т-150КМ |      | К-700        |      | К-701  |       |
| Момент, передаваемый полуосью, Н·м |                       | 2080    |         |         |         | 2700    |      | 3400         |      | 3840   |       |
| Цикл нагружения                    |                       | пульс.  |         | асим.   |         | пульс.  |      | асим.        |      | пульс. | асим. |
| HRC поверхности                    |                       | 34...41 | 40...47 | 34...41 | 40...47 | 40...47 |      | НВ 444...363 |      |        |       |
| $n_1$                              | 1,21                  | 1,33    | 2,26    | 2,47    | 1,02    | 1,85    | 1,39 | 2,53         | 1,24 | 2,23   |       |
|                                    | 0,87                  | 0,95    | 1,67    | 1,82    | 0,73    | 1,4     | -    | -            | -    | -      |       |
|                                    | 0,86                  | 0,93    | 1,61    | 1,76    | 0,71    | 1,35    | 1,27 | 2,42         | 1,12 | 2,14   |       |

Таблица 2. Расчет полуоси Ø45 мм (HRC 40...47) на статическую прочность на I передаче

| Трактор                |                       | Т-150  |                      | Т-150М |                      | Т-150К |                      | Т-150КМ |                      |
|------------------------|-----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|---------|----------------------|
| Режим работы трактора  |                       | разгон | реализация сцепления | разгон | реализация сцепления | разгон | реализация сцепления | разгон  | реализация сцепления |
| Момент на полуоси, Н·м |                       | 6230   | 6370                 | 6960   | 6620                 | 6530   | 4980                 | 6970    | 7550                 |
| $n_r$                  | в гладкой части       | 1,7    | 1,67                 | 1,52   | 1,61                 | 1,62   | 2,13                 | 1,52    | 1,4                  |
|                        | в прямобочных шлицах  | 2,64   | 2,5                  | 2,37   | 2,4                  | 2,54   | 3,32                 | 2,38    | 2,19                 |
|                        | в эвольвентных шлицах | 1,6    | 1,56                 | 1,44   | 1,5                  | 1,52   | 2,0                  | 1,42    | 1,31                 |

Усталостный момент, выдерживаемый полуосью тракторов семейства Т-150 при ускоренных стендовых испытаниях (HRC 40...47):

в гладкой части  $M_1 = 3100$  Н·м;

в прямобочных шлицах  $M_1 = 2120$  Н·м;

в эвольвентных шлицах  $M_1 = 2120$  Н·м.

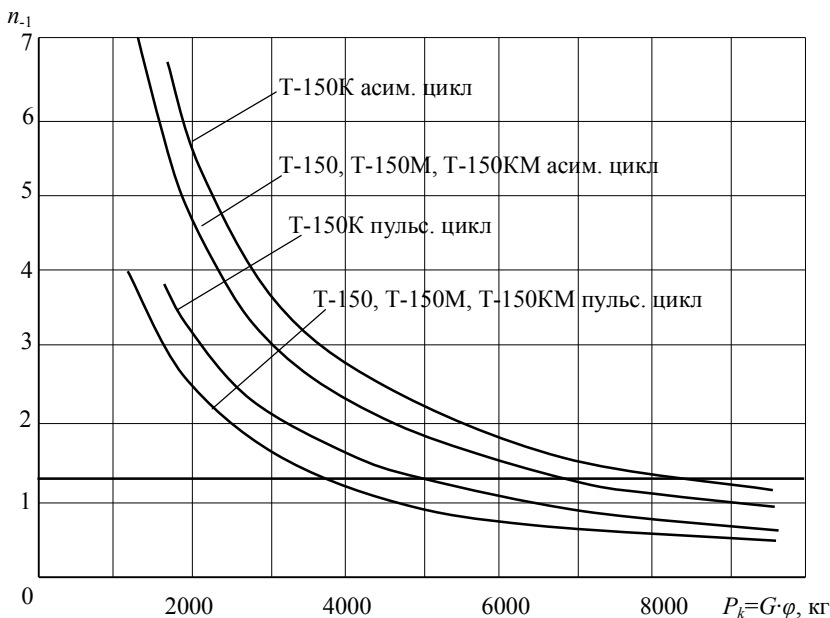


Рис.1. Зависимость запаса прочности в эвольвентных шлицах от силы тяги

Таблица 3. Пределы выносливости  $\tau_r$  полуосей грузовых автомобилей при различной асимметрии цикла.

| Коэффициент вариации $r = \frac{\tau_{\min}}{\tau_{\max}}$ | Предел выносливости $\tau_r$ в МПа, определенный |              |
|--|--|--------------|
|  | экспериментально                                 | аналитически |
| -1,0   | 162,6  | 162,6        |
| -0,5   | 203,8  | 207,5        |
| 0,0  | 236,5  | 269,0        |
| 0,5  | -  | 400,0        |
| 1,0  | 778,0  | 778,0        |

Экономическая эффективность от внедрения полуосей  $\varnothing 45$  мм составляет:

1. Ведущие мосты с полуосями пониженной жесткости внедрены, начиная с тракторов Т-150К № 62300, экономия проката на один трактор - 7,8 кг; Т-150 № 100, экономия проката на один трактор - 3,9 кг. Экономия проката за время выпуска по 1990 год - 3700 тонн на заводе.

## **Список использованных источников**

1. И.С. Чернявский. Эффективность расчетов и научных исследований на ХТЗ. Тракторы и сельскохозяйственные машины. № 1. 2003.
2. И.С. Чернявский. Особенность расчета трансмиссии гусеничных тракторов ХТЗ". Тракторы и сельскохозяйственные машины. № 7. 2003.

## **Анотація**

### **СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ПІВОСЕЙ ВЕДУЧИХ МОСТІВ ТРАКТОРА**

**Чернявський І.С., Немілоствіва Г.І., Травкін І.В.**

*Викладені основні результати робіт по підвищенню довговічності півосей за рахунок покращення динамічних характеристик.*

## **Abstract**

### **METHODS OF INCREASE LONGEVITY OF PIVOSEY VEDUCHIKH BRIDGES TRACTOR**

**Chernyavskiy I.S., Nemilostiva G.I., Travkin I.V.**

*Expounded basic results of works on the increase longevity of pivosey due to the improvement dynamic descriptions.*