

РАЗРАБОТКА СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРАКТОРА Т-150К

Сайчук А.В., аспирант

(Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им П. Василенка)

В работе был проведен анализ стендового оборудования для испытания деталей шлицевых соединений трактора Т-150 К. Предложены варианты испытаний шлицевого соединения первичный вал КПП – вал муфты сцепления.

Для экспериментальных исследований и испытаний восстановленных деталей шлицевых соединений трактора Т-150К изготовлен стенд, который воспроизводит работу этого узла наиболее приближенного к условиям эксплуатации.

Этот стенд использован для оценки износостойкости шлицевого соединения первичного вала КПП с валом муфты сцепления.

Устройство стенда следующее. Шлицевая втулка закреплена на планшайбе, вал которой свободно поворачивается в опорах и соединен зубчатой реечной передачей с узлом нагружения крутящим моментом. Шлицевой вал соединен с втулкой вторым концом с основанием через соединительную компенсирующую муфту.

Стенда для испытаний шлицев вала привода показан на рис.1. На рисе S в опорах 12, 17 помещен испытуемый вал 16. Опора 17 не подвижная и жестко соединена с рамой стенда. В опоре закреплена втулка, внутри которой нарезаны шлицы, в зацепление с которыми входят шлицы испытуемого восстановленного вала.

Вторая опора – подвижная, представляет собой узел, состоящий из двух кронштейнов, в которых установлены подшипники 11. Во внутреннюю обойму подшипников запрессованы фланцы. По внутреннему их диаметру нарезаны шлицы. Оба фланца и, установленное между ними зубчатое колесо 4 соединяют валы.

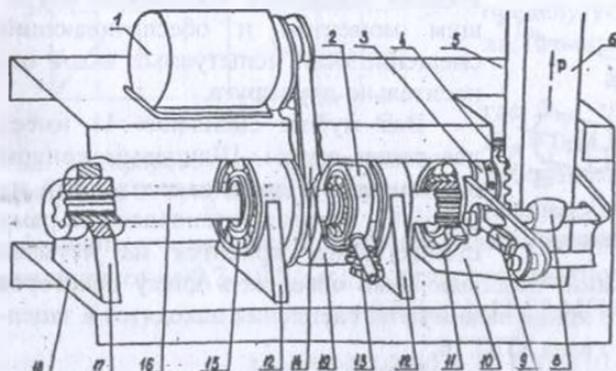


Рис. 1. Стенд для испытаний шлицевых соединений (вала привода трактора Т-150 К): 1-электродвигатель; 2-подшипник эксцентрика; 3-шлицевой фланец; 4-зубчатая шестерня; 5, 18-рама стенда; 6-рейка; 7-ГРМ; 8-ролик; 9-сгонная муфта; 10-кронштейн; 11, 15-подшипник; 13-винт; 14-ремень; 16-испытуемый вал; 17-опора; 19-барабан.

упирается на раму стенда, а на другой конец ее воздействует гайка 5, завинчивающаяся на стержень. При завинчивании гайки на стержне, последний движется относительно рамы вверх, ведя за собой рейку, которая посредством шестерни 3 закручивает вал КПП 15.

Таким образом, соединение получает нагрузку крутящим моментом.

Испытуемое шлицевое соединение помещено в трубу 7, находящуюся в опоре, прикрепленную к раме стенда. На той части трубы 7, которая выходит из барабана, помещен шкив 8. В банке нарезана резьба. При завинчивании в банку болта 14, головкой опирающегося на трубу 7, ось обоймы подшипника смещается, увлекая за собой вал муфты сцепления с оси первичного вала КПП. При смещении обоймы смещается с оси вал муфты сцепления 11 крутящим моментом; связью 14 обеспечивается перекося осей валов, образующих испытуемое шлицевое соединение и включает электродвигатель 13.

Под действием нагрузок и перемещений, имеющих место в эксплуатации и воспроизведенных на стенде, шлицы испытуемого первичного вала КПП 16 перемещаются в шлицах вала муфты сцепления 11 в пределах радиального зазора и, таким образом, обеспечивается имитация работы шлицевого соединения.

Результаты стендовых испытаний первичного вала КПП трактора Т – 150 К.

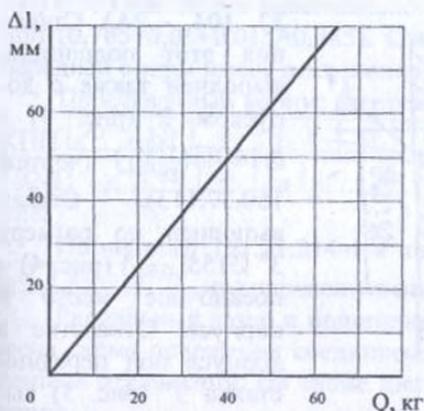


Рис. 3. Тарировочный график зависимости вала от приложенной нагрузки.

эффективный, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между парами шлицев $\psi=0,7...0,9$; $[\sigma_{сш}]$ - среднее контактное давление в соединении при $\psi=0,75[\sigma_{сш}]=11,02$ МПа.

$$M_{кр}=0,5 \cdot 8,1 \cdot 32 \cdot 0,5 \cdot 2,6 \cdot 0,75 \cdot 110,17 = 1420 \text{ Нм.}$$

Для создания крутящего момента 1420 Нм к рейке необходимо приложить силу $P_{сш}=157,8$ Н. Для обеспечения возможности непосредственного сравнения результатов различных стендовых и эксплуатационных испытаний целесообразно нагружать испытуемое соединение крутящим моментом $M_{кр}=562$ Нм, равным номинальному моменту трактора Т-150 К.

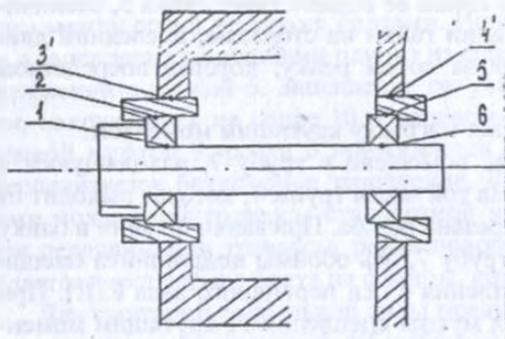


Рис. 4. Схема установки вала.

Для определения угла перекоса, который нужно установить на стенде, необходимо определить действительный максимальный угол, который имеет место в этом соединении. Поэтому производится следующий анализ по чертежам завода изготовителя – ХТЗ. Первичный вал КПП вращается в двух шариковых подшипниках. Шариковые подшипники смонтированы в стальных стаканах, установленных в расточках передней стенки и промежуточной перегородки картера коробки передач. От осевых перемещений первичный вал фиксируется стопорением передних подшипников в стаканах, а также в расточках передней стенки картера и промежуточной перегородки.

Размер вала под передний подшипник 1. (рис. 4) – $\varnothing 65^{+0,023}_{+0,003}$ (чертеж 150.37.104. - 2А).

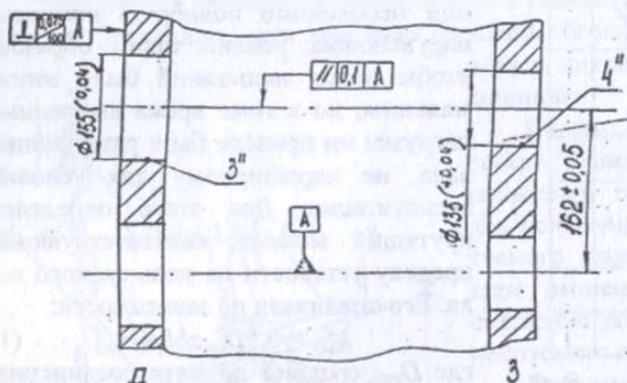


Рис. 5. Часть корпуса коробки передач.

Таким образом, суммируя данные допуски ($1+2+3^0+3^0$ на рис. 4, 5) получим возможную несоосность, равную 0,137 мм.

Кроме того, первичный вал КПП располагается в корпусе относительно ДА $162 \pm 0,05$ и $\parallel 0,1 \text{ А}$. Следовательно, возможное отклонение от оси 0,287 мм – в передней опоре вала. Просуммируем данные допуски, обозначая индексом место сопряжения

$$0,023^1 + 0,027^2 + 0,027^3 + 0,04^3 + 0,05^3 + 0,1 = 0,287 \text{ мм.}$$

Плоскость поверхности корпуса коробки передач, соприкасающегося с плоскостью проставочного корпуса, выполнена $\perp 0,075/100 \text{ А}$, что может увеличить перекос на величину 0,116 мм, то есть в сумме получим $0,287 + 0,116 = 0,403$ мм.

Для определения угла перекоса, который нужно установить на стенде, необходимо определить действительный максимальный угол, который имеет место в этом соединении. Поэтому производится следующий анализ по чертежам завода изготовителя – ХТЗ. Первичный вал КПП вращается в двух шариковых подшипниках. Шариковые подшипники смонтированы в стальных стаканах, установленных в расточках передней

стенки и промежуточной перегородки картера коробки передач. От осевых перемещений первичный вал фиксируется стопорением передних подшипников в стаканах, а также в расточках передней стенки картера и промежуточной перегородки. Размер вала под передний подшипник 1. (рис. 4) – $\varnothing 65^{+0,023}_{+0,003}$ (чертеж 150.37.104. - 2А). Стакан под этот подшипник выполнен также с допуском 2 (рис. 4) – $\varnothing 140 \text{ П}^{(+0,027)}_{(-0,014)}$ (чертеж 150.37.113). Стакан выполнен по размеру $3^0 \varnothing 155^{(-0,027)}$ (рис. 4) – посадочное место в корпусе. Отверстие в корпусе под передний стакан 3" (рис. 5) выполнено с допусками $\varnothing 155^{(+0,04)}$.

Размер под заданный подшипник 3 (рис. 4) первичного вала 6 – $\varnothing 55^{+0,023}_{-0,003}$ (чертеж 150.37.115). Стакан 5 этого подшипника выполнен с допусками – $\varnothing 120^{+0,023}_{-0,012}$.

Посадочное место стакана в корпус 4^о выполнено по размеру $\varnothing 155_{-0,027}$.

Отверстие в корпусе 4^о под задний стакан (чертеж 150.37.42) выполнено $\varnothing 135^{+0,04}$. Максимальная несоосность в этом месте 0,125 мм. Стакан (чертеж 151. 37. 102 – 1) выполнен $\begin{matrix} / & 0,05 & H8 \end{matrix}$ – 0,125+0,05=0,175.

С первичным валом КПП шлицами соединен вал муфты сцепления (чертеж 151.21.214.-4) под проставочный корпус $\varnothing 160$ C($-0,027$). Отверстие под стакан в проставочном корпусе (чертеж 151.21.256-4) – $\varnothing 160A^{+0,04}$. Отверстие под стакан в корпусе муфты сцепления $\varnothing 160A^{+0,04}$. Таким образом, возможный перекос в этом месте составит $0,027+0,04=0,067$ мм. Корпус муфты сцепления (чертеж 151.21.201-3) расположен относительно оси $\begin{matrix} \perp & 0,04 & 28 \end{matrix}$, что дает возможным отклонения от оси вала на 0,018 мм ($0,067+0,018=0,085$ мм) и $\begin{matrix} // & 0,161 & P \end{matrix}$ еще на 0,16 ($0,085+0,016=0,245$ мм).

По чертежу 151.21.256-4 – $\begin{matrix} // & 0,16 & M \end{matrix}$, $\begin{matrix} \perp & 0,1 & M \end{matrix}$, $\begin{matrix} \text{шлицы} & 0,05 & M \end{matrix}$, что увеличивает отклонения от оси еще на 0,31 мм, а всего на ($0,395\text{мм} + 0,31$ мм) 0,705 мм. Всего максимальное отклонение характеризуется величиной равной ($0,705+0,05+0,015=0,785$). Отверстие в проставочном корпусе под стакан передней опоры имеет отклонение 0,04 мм. Стакан имеет отклонение 0,027 мм.

Проставочный корпус (чертеж 151.21.256-4) устанавливается относительно КПП $\begin{matrix} // & 0,16 & M \end{matrix}$, $\begin{matrix} \perp & 0,1 & H \end{matrix}$, $\begin{matrix} \text{шлицы} & 0,05 & H \end{matrix}$. Стакан (чертеж 151. 31. 102-1) $\begin{matrix} / & 0,05 & H8 \end{matrix}$ и $\begin{matrix} / & 0,05 & A \end{matrix}$ – всего на 0,1 мм допускается отклонение.

По чертежу 151.21.214-4 в шлицах М вала муфты сцепления допускается $\begin{matrix} / & 0,16 & D \end{matrix}$, – что определяет отклонения от оси на 0,16 мм.

Радиальный зазор в подшипниках составляет $\approx 0,04$ мм. На рис. 6 изображена схема положения соединяемых валов при наличии всех вместе перечисленных отклонений. На схеме цифрами обозначены значения величины отклонения.

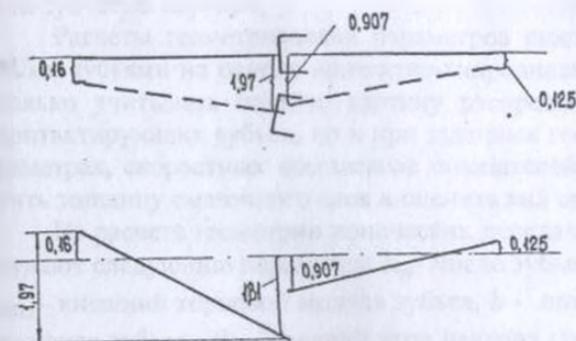


Рис. 6. Схема величин отклонений от оси элементов исследуемого соединения.

Таким образом, максимальная несоосность $0,125+0,16+ 0,907+0,04=1,24$ мм, что соответствует углу перекоса 0,0061 рад. Таким образом, выбираем следующий режим нагружения:

- крутящий момент $M=560$ Нм;
- угол перекоса осей испытываемых валов $\phi=0,0061$ рад.

В этом режиме плани-

руются следующие варианты испытаний шлицевого соединения первичный вал КПП – вал муфты сцепления трактора Т-150 К:

- серийное соединение без смазки;
- исследование влияния на износостойкость шлицев смазки дисульфид молибдена MoS_2 ;
- исследование влияния на износостойкость смазкоудерживающих канавок;
- исследование влияния на износостойкость поверхности шлицев после лазерного термоупрочнения.

В связи с тем, что введение смазки в шлицевое соединение не желательно, следует применять уплотнительные устройства.

Применение предложенного метода испытаний позволит оценить работоспособность выбранной технологии восстановления шлицевых валов.

Анотація

Розробка стендового устаткування для експериментального дослідження відновлених деталей шлицьових з'єднань трактора Т-150К

В роботі був проведений аналіз стендового устаткування для випробування деталей шлицьових з'єднань трактора Т-150 К. Запропоновані варіанти випробувань шлицьового з'єднання первинний вал КПП – вал муфти зчеплення.

Abstract

Development of stand equipment for experimental research of recovered details of shlitsevih halving of tractor T-150K

In work the analysis of the bench equipment for test of details shlitsevih connections of tractor T-150 K. Are offered variants of tests shlitseвого connections a primary shaft of a check point – billow of muff of coupling.