

В. П. Автушко, А. Т. Ковальков

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ

Работа трения в шлицевом соединении, определяющая износ контактирующих поверхностей этого соединения, зависит от удельного давления в контакте и перемещений сопряженных шлицевых деталей. В данной статье описана методика и некоторые результаты замеров перемещений в скользящем шлицевом соединении карданного вала и в соединении полуось — полуосевая шестерня автомобилей ГАЗ-53А и МАЗ-500.

В основном работы по исследованию шлицевого соединения карданной передачи посвящены определению коэффициента трения в шлицевом соединении [1, 2, 3]. А. Г. Выгонный [1] измерял относительные перемещения в скользящем шлицевом соединении карданной передачи при трогании (для определения коэффициента трения) и движении автомобиля. При замерах перемещений в движении автомобиля не записывался крутящий момент. Однако одновременная запись перемещений и крутящего момента очень важна для последующего установления характера и причин относительных перемещений в шлицевом соединении. Аналогичных исследований по полуосям не проводилось.

Схема замера осевых перемещений в шлицевом соединении карданного вала приведена на рис. 1. На шлицевой втулке 5 карданного вала неподвижно укреплен стержень 1, на конце которого находится изолированный от него скользящий контакт 2. Реостат 3, по которому скользит контакт 2, неподвижно укреплен на шлицевом валу 4. Проводники от скользящего контакта 2 и реостата 3 идут на проходной токосъемник, укрепленный на трубе карданного вала. Каждому положению

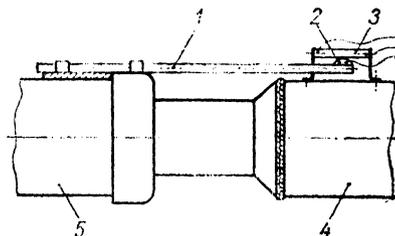


Рис. 1. Схема замера перемещений в шлицевом соединении карданного вала:

1 — стержень; 2 — скользящий контакт;
3 — реостат; 4 — шлицевый вал; 5 — шлицевая втулка

скользящего контакта на реостате соответствует определенное положение луча шлейфа на экране осциллографа.

По описанной схеме замерялись перемещения в шлицевом соединении карданного вала автомобиля ГАЗ-53А и МАЗ-500. Перемещения полуосей в автомобилях ГАЗ-53А и МАЗ-500 замерялись по-разному в связи с различием в конструкции задних мостов и самих полуосей автомобилей, но датчик применялся один и тот же.

Конструкция датчика перемещений и расположение его в полуоси автомобиля ГАЗ-53А показаны на рис. 2. Корпус датчика 14 с одной стороны закрыт крышкой 13, в отверстии которой ходит

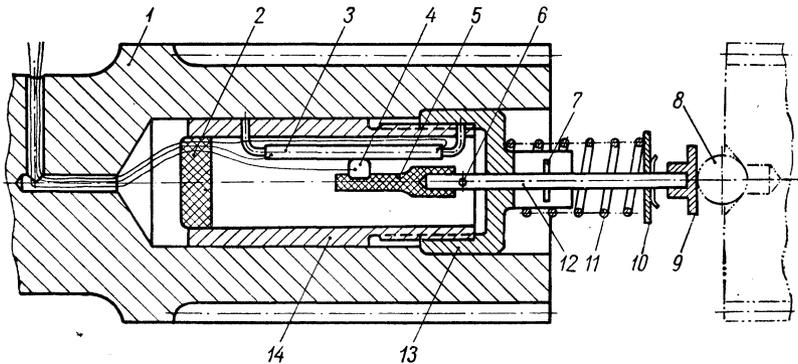


Рис. 2. Датчик для измерения перемещений полуоси:

1 — полуось; 2 — пробка; 3 — реостат; 4 — скользящий контакт; 5 — держатель скользящего контакта; 6 — ограничительный штифт; 7 — направляющий штифт; 8 — опорный шарик; 9 — упорная шайба; 10 — упорная шайба; 11 — пружина; 12 — стержень; 13 — крышка; 14 — корпус датчика

стержень 12. На конце стержня 12, находящемся внутри корпуса датчика, на текстолитовом держателе 5 расположен упругий скользящий контакт 4, постоянно соприкасающийся с реостатом 3. Реостат 3 неподвижно укреплен внутри корпуса датчика 14. Пружина 11 через упорную шайбу 10 заставляет стержень 12 выдвигаться из корпуса датчика. Перемещение стержня вправо ограничивается штифтом 6. От проворачивания стержень 12 удерживается штифтом 7, который скользит в пазу выступа крышки 13. На конце стержня 12 напрессован упор 9, опорой для которого при работе датчика является шарик 8, укрепленный эпоксидной смолой в центром отверстия противоположной полуоси.

Датчик размещается в сверлении полуоси 1. Датчик, чтобы смазка не попадала внутрь его корпуса, со стороны крышки закрывается резиновым колпачком, а с другой стороны — пробкой 2. Проводники от реостата и скользящего контакта через пробку 2 и сверления в полуоси идут к торцевому токосъемнику, установленному на противоположной стороне полуоси. Длина стержня 12 датчика дол-

жна выбираться так, чтобы после установки и закрепления полусей скользящий контакт 4 находился примерно на середине реостата 3. Перемещение скользящего контакта при замерах равно суммарному перемещению двух полусей относительно полуосевых шестерен, которые можно считать неподвижными, так как они постоянно прижимаются торцами к стенкам корпуса дифференциала.

При замерах перемещений полуоси автомобиля МАЗ-500 датчик крепился неподвижно на крышке ступицы ведущего колеса автомобиля, а стержень со скользящим контактом датчика упирался в торец полуоси, так что любое перемещение полуоси сопровождалось изменением положения скользящего контакта.

При тарировке датчиков карданного вала и полуоси измерительная аппаратура регулировалась так, что перемещению скользящего контакта датчика в 1 мм соответствовало перемещение луча на экране осциллографа в 3 мм, т. е. масштаб записи перемещений равнялся 3 : 1 (для перемещений полуоси автомобиля МАЗ-500 масштаб равнялся 6 : 1). Такой масштаб вполне достаточен для того, чтобы зафиксировать на пленке перемещения в шлицевом соединении свыше 0,15 мм (это толщина намотки реостата).

Одновременно на пленку записывались три процесса: перемещения в шлицевом соединении карданного вала, перемещения полуоси и крутящий момент (датчики крутящего момента у автомобиля ГАЗ-53А наклеивались на полуоси, у автомобиля МАЗ-500 — на кожухе полуоси). Сигналы от датчиков крутящего момента через усилитель ТА-5 подавались на осциллограф К-12-21. Датчики перемещений непосредственно соединялись с осциллографом. Питание осциллографа и усилителя осуществлялось от четырех аккумуляторных батарей 6СТ-128, которые были установлены в кузове автомобиля. Осциллограф и усилитель располагались на специальной подставке в кабине водителя.

При движении автомобиля карданный вал нагружается не только вращающим моментом, но и осевыми силами, возникновение которых связано с изменением длины вала при прогибе рессор. Из полученных осциллограмм (рис. 3) видно, что длина карданного вала (за счет перемещения в скользящем шлицевом соединении) свободно изменяется лишь только при величинах крутящего момента, близких к нулю, т. е. тогда, когда карданный вал почти не нагружен крутящим моментом. При нагружении карданного вала значительным моментом силы трения в шлицевом соединении превышают осевые усилия, возникающие в карданном валу при движении автомобиля. Вследствие этого осевых перемещений в шлицевом соединении не наблюдается, и можно полагать, что все колебания заднего моста полностью передаются через карданный вал коробке передач и двигателю.

Отсутствие перемещений в шлицевом соединении карданного вала при передаче крутящего момента отрицательно сказывается на

работоспособности всего автомобиля, поэтому в последнее время на автомобилях появляются карданные валы с шариковыми и роликовыми шлицевыми соединениями, в которых силы трения умень-

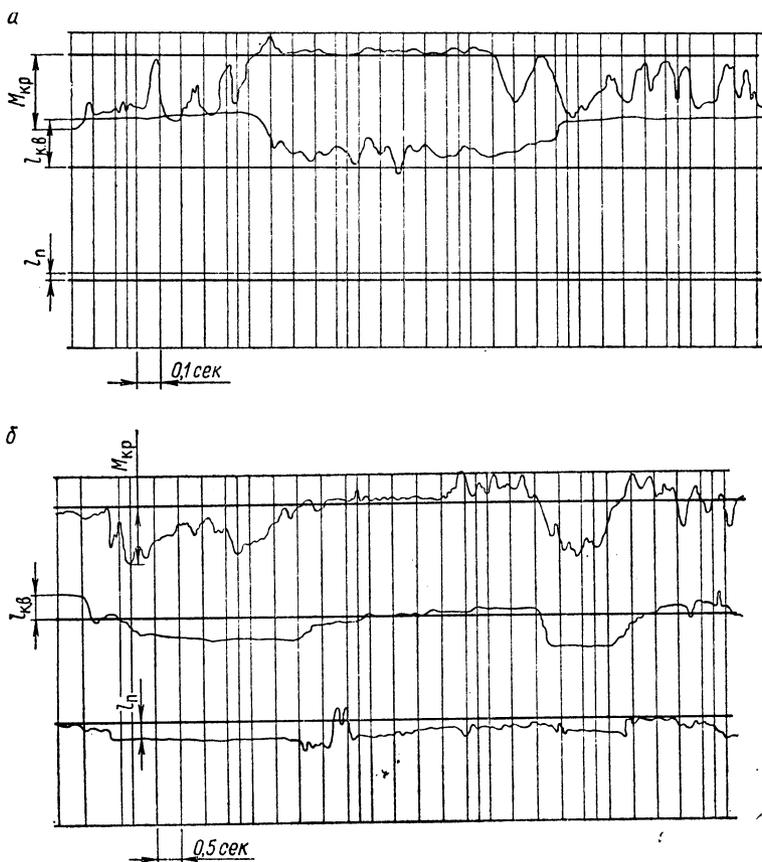


Рис. 3. Осциллограмма перемещений шлицев карданного вала и полуоси автомобилей ГАЗ-53А (а) (скорость записи 60 мм/сек) и МАЗ-500 (б) (скорость записи 12,5 мм/сек)

шаются во много раз вследствие замены трения скольжения трением качения.

Средние значения величин перемещений в шлицевом соединении карданного вала груженого автомобиля МАЗ-500 следующие: при выключенном сцеплении 1,3—3,3 мм, в момент включения передачи 1,0—2,3 мм, при включенной передаче в период разгона 0,6—1,6 мм. Средние скорости скольжения соответственно составляют: 1,0—3,0 мм/сек, 1,5—5,0 мм/сек, 0,1—0,7 мм/сек. Эти величины получены

при движении по асфальтированному шоссе. При движении по неровной дороге и булыжнику величины перемещений и скоростей скольжения в 2—3 раза больше. Перемещения и скорости скольжения в шлицевом соединении карданного вала автомобиля ГАЗ-53А примерно такие же, как и у МАЗ-500.

Перемещения полуосей автомобиля ГАЗ-53А обнаруживаются только при движении по выбоинам, когда деформируется картер заднего моста и резко меняется момент на полуоси. Суммарные перемещения двух полуосей в этом случае достигают 0,7—0,8 мм. В остальных случаях заметных перемещений полуосей не наблюдается.

Полуось автомобиля МАЗ-500 не связана жестко со ступицей колеса, поэтому она имеет возможность перемещаться в осевом направлении. По следам износа на шлицах полуоси видно, что она перемещается относительно полуосевой шестерни, а ведущая шестерня колесной передачи остается жестко связанной с полуосью. Это объясняется тем, что силы трения в шлицевом соединении с ведущей шестерней больше, чем в соединении шестерни с сателлитами колесной передачи. Полуось перемещается в осевом направлении до 2 мм, причем перемещения, как и для карданного вала, имеют место в основном при незначительном крутящем моменте на полуоси.

Выводы

1. При установившемся движении автомобиля и при передаче значительных крутящих моментов относительных перемещений, обусловленных неровностями дороги, в шлицевых соединениях карданной передачи и полуоси с полуосевой шестерней не наблюдается.

2. Отсутствие перемещений при установившемся движении автомобиля объясняется большими силами трения, возникающими в соединении при передаче крутящего момента.

3. Значительные величины перемещений наблюдаются при выключенном сцеплении.

4. Износ шлицевых соединений карданного вала и полуоси вызван не столько осевыми перемещениями, сколько перемещениями боковых поверхностей шлицев относительно друг друга от деформаций при переменном крутящем моменте.

Л и т е р а т у р а

1. Выгонный А. Г. Уменьшение сил трения в шлицевом соединении карданной передачи. «Автомобильная промышленность», 1966, № 1. 2. Егоров Л. А., Розов Д. К. Об испытаниях автомобильных-карданных передач. «Автомобильная и тракторная промышленность», 1955, № 2. 3. Куликовская Н. М., Яковлев А. И. К расчету осевых сил карданного вала. «Автомобильная промышленность», 1958, № 8.