

В. С. Апанасенко

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕСТКОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Современные зубчатые передачи работают в условиях неравномерного распределения нагрузки по длине контактной линии зацепления зубьев. Неравномерность нагрузки служит причиной поломки и выкрашивания поверхности зубьев, являясь также источником повышенного шума при работе передач.

Решить задачу о распределении нагрузки по ширине колес в зубчатом зацеплении очень сложно, так как необходимо учитывать большое число факторов, носящих случайный характер.

Один из таких факторов — жесткость передачи. Большинство методик при расчете зубчатой передачи учитывает прогиб валов и осадку опор под нагрузкой, но не принимает во внимание деформацию картера передачи, которая оказывает существенное влияние на перекос валов и смещение опор, а следовательно, и на неравномерность нагрузки по длине контактной линии зацепления зубьев.

Жесткость картеров коробок передач автомобилей в большой степени зависит от конструкции картера, а также от прочности крепления крышки коробки передач.

В настоящей работе преследовалась цель: а) исследовать влияние на жесткость коробки передач степени затяжки болтов крепления крышки коробки; б) установить величину момента затяжки этих болтов в условиях авторемонтного производства и в) предложить рекомендации по оптимальной величине данного момента.

Первая часть исследований проводилась на специально изготовленном стенде (рис. 1).

Испытаниям были подвергнуты коробки передач Ярославского моторного завода моделей 200, 236 и 236С.

Первичный вал испытуемой коробки передач на этом стенде с помощью рычажного устройства  $\delta$  нагружался различными по величине моментами от 0 до 120 кгм. В плоскости задней стенки коробки передач на каркасе стенда 4 устанавливались два индикатора,

позволяющих производить замеры с точностью  $0,002$  мм, причем первый индикатор помещался в горизонтальной плоскости, проходящей через ось вторичного вала, а второй — в той же плоскости, проходящей через ось промежуточного вала. С помощью этих индикаторов фиксировались смещения точек картера в местах их расположения при различных нагрузках, включенных передачах и моментах затяжки болтов крепления крышки коробки передач.

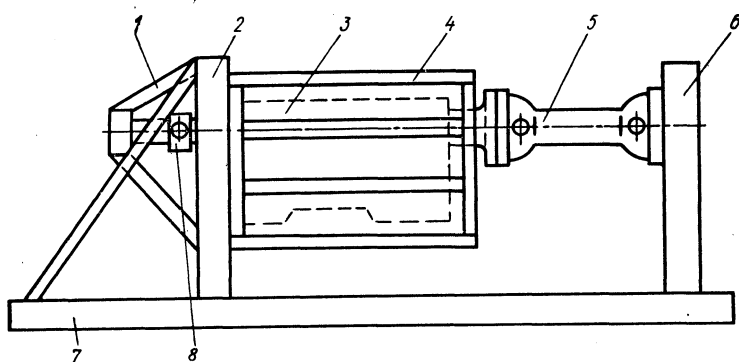


Рис. 1. Схема стана для испытания коробок передач на жесткость: 1 — опора первичного вала; 2 — передняя стойка; 3 — испытываемая коробка; 4 — каркас; 5 — карданная передача; 6 — задняя стойка; 7 — основание; 8 — нагрузочное устройство

Подобные измерения проводились как при нагрузочном, так и при разгрузочном режимах и повторялись многократно с целью выявления степени стабильности показаний индикаторов.

Проведенные опыты показали, что картер коробки передач без закрепленной на нем крышки имеет значительную податливость. Достаточно хорошо закрепленная крышка увеличивает степень жесткости картера. Перемещения точек задней стенки коробки растут примерно прямо пропорционально нагрузке на первичном валу.

В результате деформации картера задняя стенка его закручивается относительно передней по часовой стрелке (если смотреть на коробку передач со стороны двигателя) при включенных шестернях заднего хода и против часовой стрелки — при включенных передачах для движения вперед.

В случае недостаточно прочно закрепленной крышки центр вращения задней стенки картера располагается вне пределов этой стенки, благодаря чему наряду с относительным закручиванием наблюдается и смещение задней стенки картера в сторону.

Величина такого смещения для коробок передач модели 236 составляет  $0,8$ — $1,2$  мм при снятой или недостаточно прочно закрепленной крышке (момент затяжки болтов крепления крышки  $0,5$  кгм).

При величине момента затяжки болтов крепления крышки коробки более  $1$  кгм центр вращения задней стенки картера распо-

лагается примерно посередине между вторичным и промежуточным валами коробки передач.

В качестве примера на рис. 2 и 3 показаны изменения величины угла закручивания задней стенки коробки передач модели 236 в зависимости от нагрузки на первичном валу, номера включенной передачи и степени затяжки болтов крепления крышки.

Для коробок передач Ярославского моторного завода других модификаций получены аналогичные результаты. Анализ этих ре-

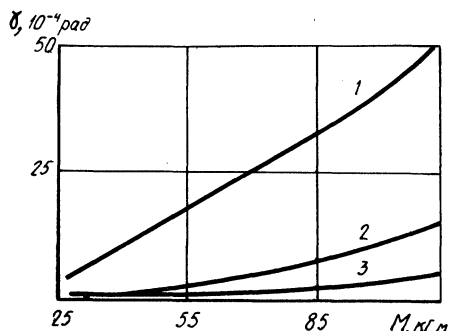


Рис. 2. Зависимость угла закручивания задней стенки картера от момента на первичном валу  $M$ :

1 — картер без крышки; 2 — момент затяжки болтов крышки картера — 0,5 кгм; 3 — момент затяжки болтов крышки картера — 2 кгм

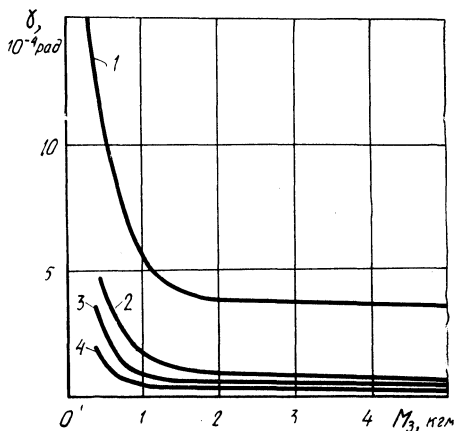


Рис. 3. Зависимость угла закручивания  $\gamma$  задней стенки картера от момента затяжки  $M_3$  болтов крышки картера (при моменте на первичном валу 114 кгм):

1 — первая передача; 2 — задний ход; 3 — вторая передача; 4 — третья передача

зультатов показывает, что картеры коробок передач без закрепленных крышек имеют в 9—10 раз меньшую жесткость, чем картеры с прочно закрепленными крышками.

На жесткость конструкции коробок передач существенное влияние оказывает величина момента затяжки болтов крепления крышек.

Вторая часть исследований проводилась на Минском авторемонтном заводе № 1 и имела своей целью определить величину и неравномерность затяжки болтов крепления крышек коробок передач в условиях авторемонтного производства. Здесь при сборке коробок передач после капитального ремонта болты заворачиваются вручную без регламентации момента затяжки.

Испытаниям подвергалась 41 коробка передач модели 236, собранная после капитального ремонта. Степень затяжки каждого из болтов крепления крышки испытуемой коробки передач определялась путем фиксации момента, прикладываемого в начале отворачивания болта, динамометрическим устройством. Чтобы избе-

жать ошибки из-за влияния на величину момента отворачивания пружинящей шайбы, вначале опыт был многократно повторен: один и тот же болт с подобной шайбой то заворачивали, то отворачивали. При этом фиксировались значения моментов, и они сравнивались по величине.

Исследования показали, что при заворачивании болтов крепления крышки коробки передач без динамометрических устройств величина момента их затяжки имеет определенную вариацию, подчиняющуюся нормальному закону распределения с параметрами распределения: среднее арифметическое значение момента затяжки— $2,7 \text{ кгМ}$ , среднеквадратичное отклонение —  $0,75$ , коэффициент вариации —  $0,29$  (рис. 4).

Из проведенных исследований вытекает, во-первых, что на суммарную жесткость коробки передач сильно влияет прочность крепления крышек и, во-вторых, что при заворачивании без динамометрических устройств болтов крепления крышек имеет место большое поле рассеивания момента затяжки этих болтов.

При моментах затяжки болтов крепления крышек до  $2 \text{ кгМ}$  деформации картеров значительны. В случае, когда момент затяжки этих болтов превышает  $2 \text{ кгМ}$ , деформации картеров нарастают незначительно.

Очевидно, момент величиной в  $2,0—2,5 \text{ кгМ}$  может быть рекомендован как оптимальный.

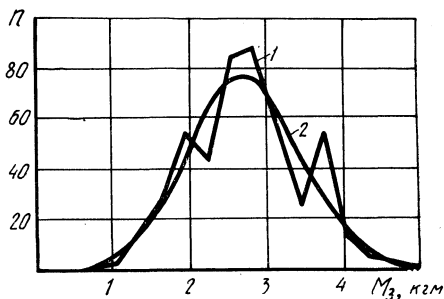


Рис. 4. Полигон 1 и теоретическая кривая 2 распределения величины момента затяжки болтов крышки коробки передач модели 236

## Выводы

1. При затяжке болтов крышки коробки передач, производимой без динамометрических устройств, величина момента затяжки подчиняется нормальному закону распределения с коэффициентом вариации  $0,29$ .

2. Жесткость коробки передач в большой степени зависит от степени затяжки болтов крепления крышки. При моменте затяжки этих болтов в  $2 \text{ кгМ}$  и более деформации картера стабилизируются и остаются почти неизменными.

3. При сборке коробок передач рекомендуется болты крепления крышек коробок затягивать с помощью динамометрических устройств. Величина момента затяжки при этом должна находиться в пределах  $2,0—2,5 \text{ кгМ}$ .