

Ю. И. Крыхтин, В. И. Карлов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДАТЛИВОСТИ ВАЛОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ С БОЛЬШОЙ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТЬЮ

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: au@vstu.ru

Рассматриваются методика и результаты экспериментального определения податливости валов механической коробки перемены передач (КПП) с зубчатыми муфтами для переключения передач гусеничной машины (ГМ) массой 7,2 тонны, работающей от дизельного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) мощностью 240 л.с.

Ключевые слова: дизельный ДВС, КПП, ГМ, податливость валов.

Yu. I. Krykhtin, V. I. Karlov

DETERMINATION OF THE COMPLIANCE OF SHAFT OF A MECHANICAL GEARBOX OF A TRACKED VEHICLE WITH HIGH SPECIFIC POWER

Volgograd State Technical University

The method and results of the experimental determination of the compliance of the shafts of a mechanical gearbox with gear couplings for shifting gears of a tracked vehicle weighing 7.2 tons, powered by a diesel internal combustion engine with a power of 240 hp are considered.

Keywords: diesel internal combustion engine, gearbox, tracked vehicle, shaft compliance.

Податливость валов коробки перемены передач (КПП) – исходная величина для расчета собственных частот колебаний трансмиссии [1, 2, 3]. Расчетным путем определить податливость сложных деталей и, особенно соединений (шлицевых, зубчатых и т. д.), можно только с большой степенью приближения, что определяет и приближенный результат расчета собственных частот колебаний. На рис. 1 приведена кинематическая схема исследуемой механической трансмиссии с зубчатыми муфтами для включения передач гусеничной машины (ГМ) массой 7,2 тонны, работающей от дизельного

двигателя внутреннего сгорания (ДВС) мощностью 240 л.с. с максимальной частотой вращения 2400 мин⁻¹. В таблице приведены передаточные отношения КПП соответственно номеру передачи.

Передаточные отношения КПП

Передача	$i_{кп}$	$i_{цп}$	$i_{кпп}$
I	1,444	2,8	4,043
II		0,965	1,383
III		0,583	0,842
IV		0,39	0,565

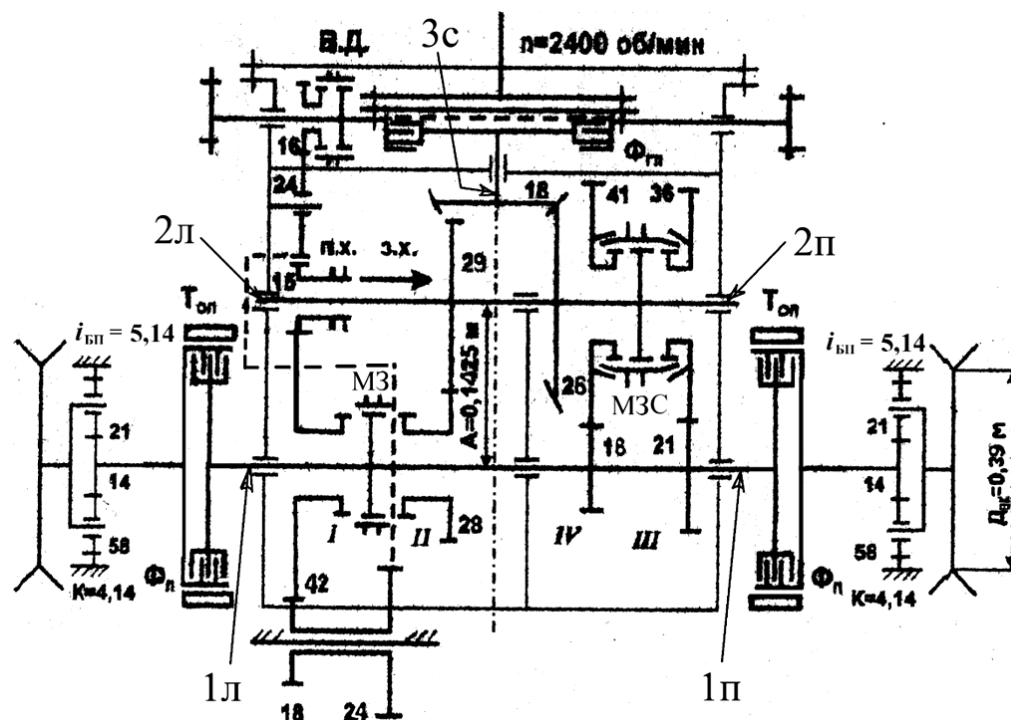


Рис. 1. Кинематическая схема трансмиссии ГМ:

1л, 1п — соответственно левый и правый концы грузового вала; 2л, 2п — соответственно левый и правый концы промежуточного вала; 3с — свободный конец входного вала; Фгл — главный фрикцион; ПХ, ЗХ — передний и задний ход; I, II, III, IV — номера передач КПП; МЗ — муфта зубчатая первой и второй передач; МЗС — муфта зубчатая с синхронизатором третьей и четвертой передач; ВД — привод к водометам; Фл, Фп — соответственно левый и правый бортовые фрикционы; Тол, Топ — соответственно левый и правый остановочные тормоза; $i_{кп}$, $i_{цп}$, $i_{кпп}$ — передаточные отношения соответственно конической пары, цилиндрической пары и КПП

Податливость на скручивание определяется по выражению $e = \Delta\alpha / \Delta M \text{ Н}^{-1}\text{м}^{-1}$, где $\Delta\alpha$ — приращение разности углов закрутки концов измеряемого участка, радианы; ΔM — приращение крутящего момента, Нм. Для рассматриваемой трансмиссии расчетная (без использования экспериментальных данных по податливости валов КПП) суммарная податливость цепи от вала ДВС до ведущих частей главного фрикциона $e_{\Sigma} \approx 1,324 \cdot 10^{-6} \text{ рад/Н м}$. Аналогично расчетные суммарные податливости цепи от ведомых частей главного фрикциона до ведущих частей бортового фрикциона на каждой передаче, приведенные к оси главного фрикциона:

I передача $e_{\Sigma} \approx 393,7 \cdot 10^{-6} \text{ рад/Н м}$;

II передача $e_{\Sigma} \approx 59,5 \cdot 10^{-6} \text{ рад/Н м}$;

III передача $e_{\Sigma} \approx 37,7 \cdot 10^{-6} \text{ рад/Н м}$;

IV передача $e_{\Sigma} \approx 31 \cdot 10^{-6} \text{ рад/Н м}$.

Суммарные податливости определяют частоты собственных крутильных колебаний и, как следствие, максимальные значения силовых напряжений в элементах трансмиссии [4–6]. В связи с этим актуально определение фактической податливости по участкам трансмиссии.

Цель исследования — получить фактическую податливость валов механической КПП ГМ массой 7–8 тонн с большой удельной мощностью.

Новизна исследования — экспериментально на стенде определяются податливости на скручивание участков силовой цепи механической четырехскоростной КПП с зубчатыми муфтами для переключения передач ГМ с удельной мощностью свыше 30 л.с./Т и минимальным весом по условиям применяемости.

Для рассматриваемой трансмиссии удобно провести замеры податливостей отдельно для КПП на стенде.

Методика определения податливости участков силовой цепи механической КПП на стенде состоит в следующем:

1. Установить КПП, закрепить неподвижно корпус КПП и входной вал на стенде, используя шлицевой участок входного вала, согласно прилагаемой схеме на рис. 2. Оборудовать КПП стрелками-указателями длиной b относительно оси вала и контактирующими с ними механическими индикаторами на обоих концах грузового и промежуточного валов, а также на одном — свободном конце входного вала. Стрелки для за-

меров углов поворота валов крепятся в отверстиях, имеющихся в конструкции валов. Рычаг 4 длиной L крепится на внутренний барабан бортового фрикциона, посаженный на шлицы грузового вала.

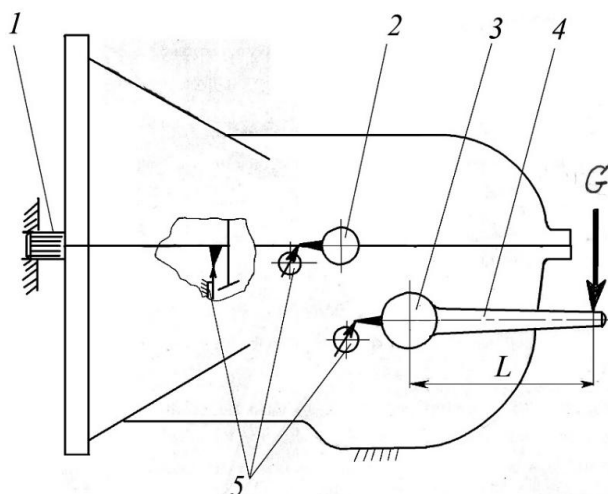


Рис. 2. Схема замеров податливости элементов КПП механической трансмиссии ГМ:
1 – ведущий вал; 2 – промежуточный вал; 3 – грузовой вал;
4 – рычаг; 5 – механические индикаторы; G – вес груза;
 L – длина рычага действия груза G

2. Нагружать грузовой вал КПП крутящим моментом $M = G \cdot L$ в диапазоне $0-20^3$ Нм через каждые 10^2 Нм.

3. Замерять показания индикаторов δ на кон-

цах каждой стрелки–указателя ведущего, промежуточного и грузового валов КПП на каждой передаче при заданном значении крутящего момента M , приложенного к концу грузового вала КПП. Замеры на входном валу осуществляются через окно в верхней части корпуса КПП. Результаты замеров $\delta_{1л}, \delta_{1п}, \delta_{2л}, \delta_{2п}, \delta_{3с}$ и соответствующее им значение G на каждой включенной передаче КПП занести в таблицу. Повторить указанные замеры при разгрузке конца грузового вала КПП через каждые $\Delta M = 10^2$ Нм. Замеры произвести для каждой включенной передачи КПП не менее трех раз.

4. С помощью крутящих моментов, прикладываемых к концу грузового вала, и углов поворота концов валов определяются податливости валов КПП на разных передачах
$$e = \left(\frac{\delta_{лк} - \delta_{нк}}{b_{лк} - b_{нк}} \right) i / G_k L,$$
 где G_k и L – вес груза

и плечо рычага при k -ом замере; $\delta_{лк}$ и $b_{лк}$ – показания левого индикатора и радиус стрелки при k -ом замере; $\delta_{нк}$ и $b_{нк}$ – показания правого индикатора и радиус стрелки при k -ом замере; i передаточное отношение крутящего момента от веса груза ($M = G_k L$) к моменту на рассматриваемом валу.

Результаты измерений податливости валов КПП на разных передачах на стенде, приведены на рис. 3–5.

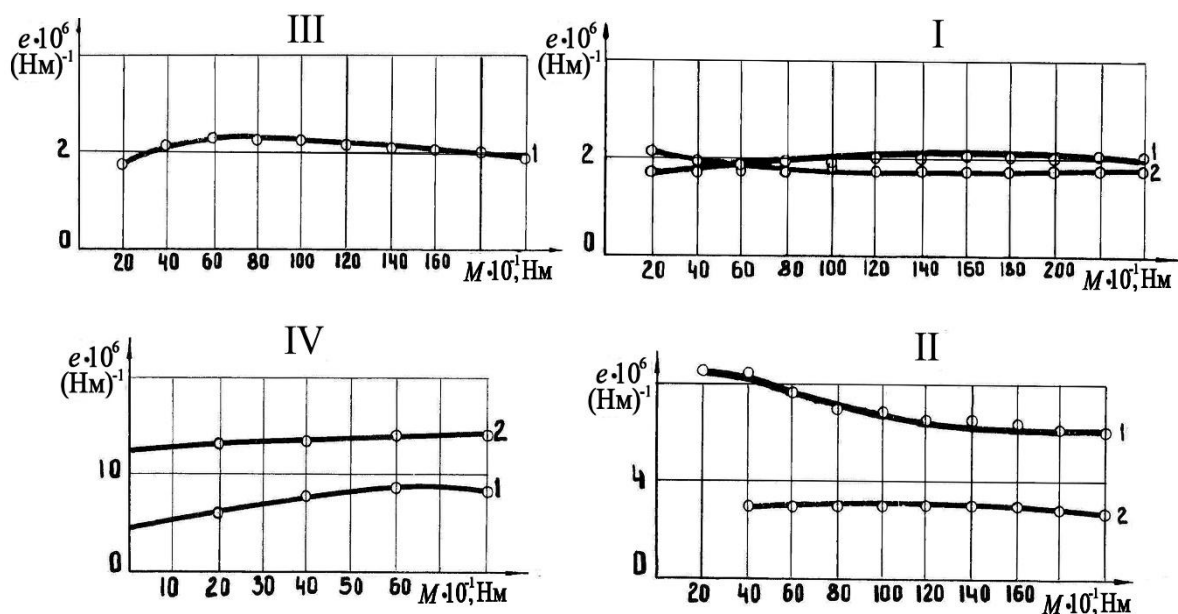


Рис. 3. Зависимости податливости e грузового вала КПП от момента закрутки M вала на разных передачах:
I, II, III, IV – включенная передача; 1, 2 – соответственно нагрузка на правый и левый концы грузового вала

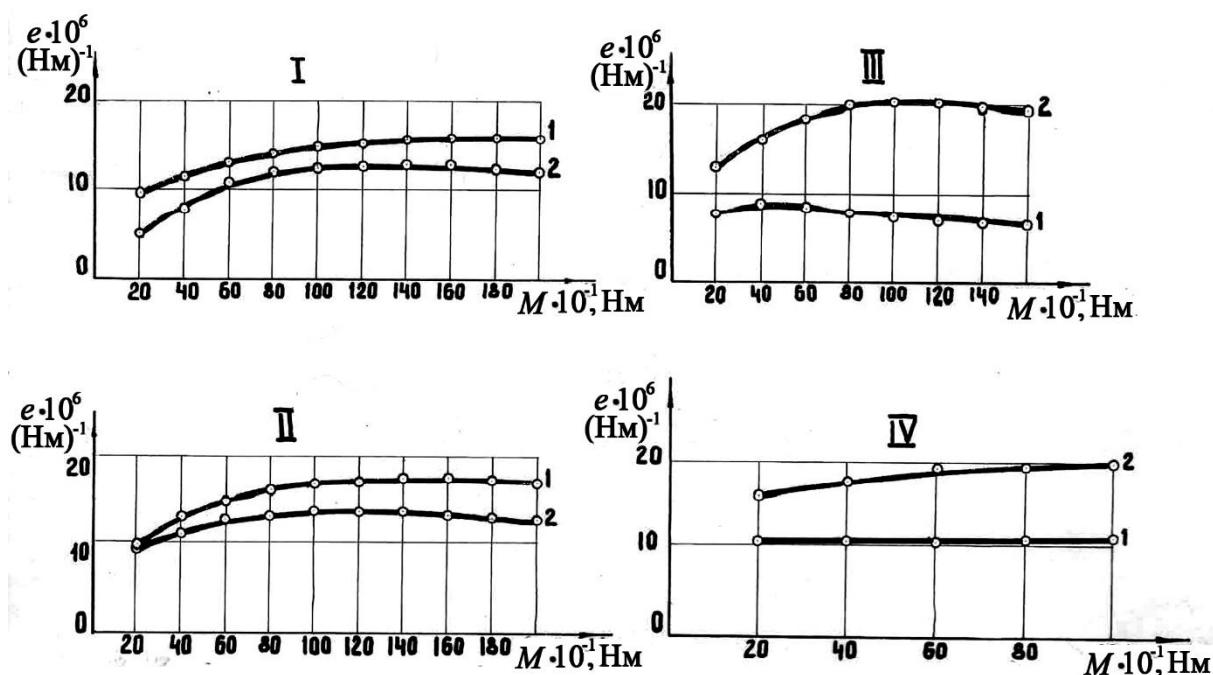


Рис. 4. Зависимости податливости e промежуточного вала КПП от момента закрутки M вала на разных передачах:

I, II, III, IV – включенная передача; 1, 2 – соответственно нагрузка на правый и левый концы грузового вала

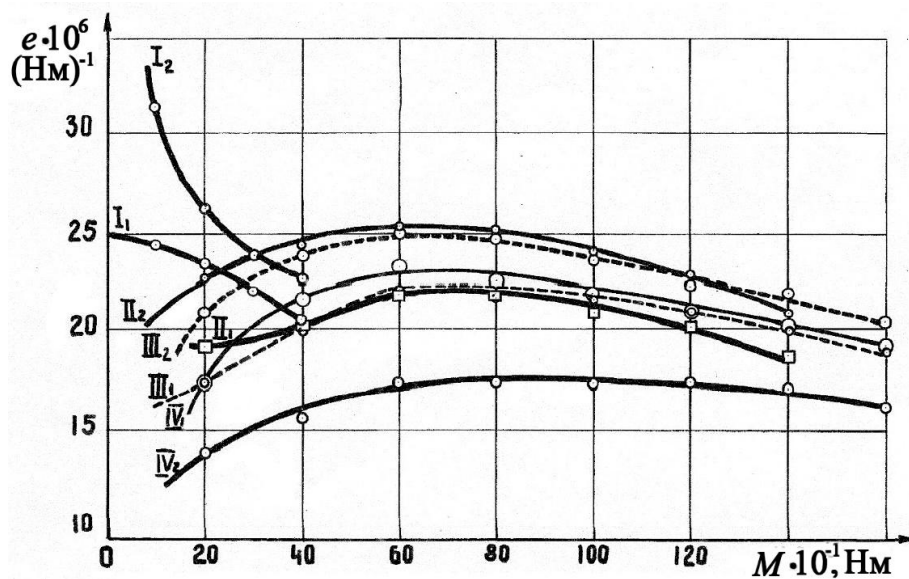


Рис. 5. Зависимости податливости e входного вала КПП от момента закрутки M вала на разных передачах: I, II, III, IV – включенная передача; 1 – нагрузка на свободный конец входного вала от момента, приложенного к правому концу грузового вала; 2 – нагрузка на свободный конец входного вала от момента, приложенного к левому концу грузового вала

Рассматриваемая методика проста и удобна, обеспечивает приемлемую точность определения фактической податливости всех тяжелонагруженных валов КПП на разных передачах. Полученные результаты используются для уточненных динамических расчетов трансмиссий быстроходных транспортных ГМ с большой удельной мощностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прочность. Устойчивость. Колебания. Справочник / под общ. ред. И. А. Биргера и Я. Г. Пановко. Том 3. – Москва : Машиностроение, 1968. – 338 с.
2. Светлицкий, В. А. Упругие элементы машин / В. А. Светлицкий, О. С. Нарайкин. – Москва : Машиностроение, 1989. – 261 с.
3. Маслов, Г. С. Расчеты колебаний / Г. С. Маслов. – Москва : Машиностроение, 1968. – 271 с.

4. *Попык, К. Г.* Динамика автомобильных и тракторных двигателей / К. Г. Попык. – М. : Высшая школа, 1970. – 326 с.

5. Сцепления транспортных и тяговых машин / под ред. Ф. Р. Геккера, В. М. Шарипова, Г. М. Щеренкова. –

Москва : Машиностроение, 1989. - 340 с.

6. *Труханов, В. М.* Трансмиссии гусеничных и колесных машин / В. М. Труханов, В. Ф. Зубков, Ю. И. Крыхин, В. Ф. Желтобрюхов. – Москва : Машиностроение, 2001. – 736 с.