

Жданович Ч. И., Плищ В. Н.

Белорусский национальный технический университет

Для определения динамической нагруженности элементов ходовых систем гусеничных тракторов необходимо знать упругую характеристику подвески. В настоящее время на гусеничных тракторах находят широкое применение индивидуальные торсионные подвески опорных катков. Для каждой конкретной конструкции характеристику торсионной подвески определяют через упругую характеристику торсионного вала.

Целью работы является определение упругих характеристик торсионных валов $\varnothing 38$ мм и $\varnothing 42$ мм, используемых на гусеничных тракторах «Беларус».

Жесткость торсионного вала $m_{т1}$ определяется выражением [1, с. 15]:

$$m_{т1} = J_{р11} \cdot G_{1111} / L_{т1}, \quad (1)$$

где $J_{р11}$ – полярный момент инерции сечения торсионного вала; G_{1111} – модуль упругости при сдвиге; $L_{т1}$ – приведенная длина торсионного вала.

Полярный момент инерции сечения торсионного вала $J_{р11}$ для вала круглого сечения [2, с. 127]:

$$J_{р11} = \pi D_{т1}^4 / 32, \quad (2)$$

где $D_{т1}$ – наружный диаметр торсионного вала (рисунок 1).

Приведенная длина торсионного вала $L_{т1}$ [3, с. 132]:

$$L_{т1} = l_{т1} + l_{еб1} + l_{ем1}, \quad (3)$$

где $l_{т1}$ – конструктивная длина цилиндрической части торсионного вала; $l_{еб1}$, $l_{ем1}$ – эквивалентная длина переходного участка соответственно к большой и малой головкам торсиона.

Эквивалентные длины переходных участков $l_{еб1}$ и $l_{ем1}$ соответственно к большой и малой головкам торсиона, образованной дугой окружности радиуса R ($R = 100 \dots 110$ мм) [3, с. 132]:

$$l_e = \frac{l_n}{48(D/D_{т1})^3} \left[8 + 10 \frac{D}{D_{т1}} + 15 \frac{(D/D_{т1})^3}{\sqrt{D/D_{т1} - 1}} \arctg \sqrt{\frac{D}{D_{т1}} - 1} \right], \quad (4)$$

где D – диаметр по впадинам шлиц большой или малой головок торсионов; $l_n = D_{т1} \sqrt{((D/D_{т1} - 1)R/D_{т1} - ((D/D_{т1} - 1)/2)^2}$.

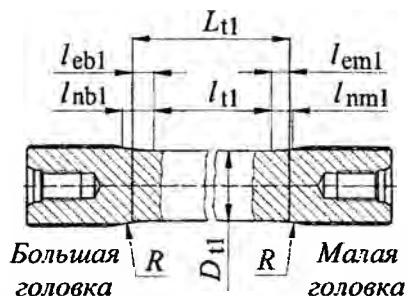
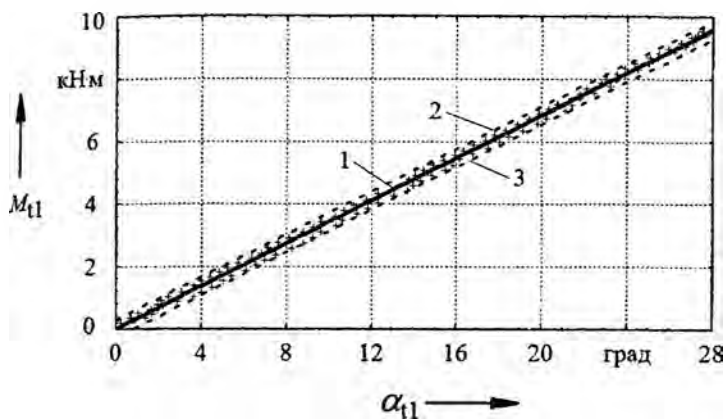


Рисунок 1 – Основные размеры торсионного вала

Жесткость торсионного вала, как видно из (1), прямо пропорциональна модулю упругости при сдвиге G_{III1} , который зависит от качества металла, технологии изготовления и упрочнения вала. Согласно данным, приведенным в [4, с. 616], для незапатентованной стали 45ХН2МФА при температуре 20°C модуль упругости при сдвиге G_{III1} составляет 87 ГПа, при 100°C – 82 ГПа, по данным [1, с. 19] G_{III1} для незапатентованной стали составляет 81 ГПа, для патентованной 76,5 ГПа, по данным [5, с. 13] G_{III1} для торсионных сталей составляет 85 ГПа. Это подтверждает неоднозначность значения модуля упругости при сдвиге G_{III1} торсионных сталей, который существенно сказывается на упругой характеристике торсиона.

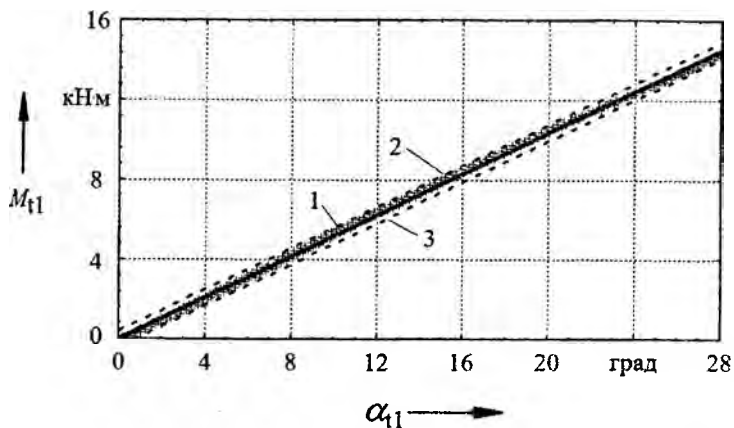
В связи с этим, жесткость торсионных валов m_{II1} была определена экспериментально. Также по экспериментальным данным был установлен модуль упругости при сдвиге G_{II1} для данных конструкций торсионных валов. Для этого был модернизирован стенд для испытания торсионов [6].

Результаты экспериментальных исследований торсионных валов $\varnothing 38$ мм и $\varnothing 42$ мм приведены на рисунках 2 и 3. Жесткость торсиона m_{II1} в результате обработки экспериментальных данных и определенная по известной зависимости $m_{II1} = M_{II1}/\alpha_{II1}$ [1, с. 16], где M_{II1} – момент закрутки торсиона; α_{II1} – угол закрутки, для вала $\varnothing 38$ мм составила 342,426 Нм/град, для вала $\varnothing 42$ мм – 518,687 Нм/град.



1 – упругая характеристика торсионного вала; 2 и 3 – верхняя и нижняя границы доверительного интервала экспериментальных данных с вероятностью 95%

Рисунок 2 – Экспериментальная упругая характеристика заневоленного торсионного вала $\varnothing 38$ мм



1 – упругая характеристика торсионного вала; 2 и 3 – верхняя и нижняя границы доверительного интервала экспериментальных данных с вероятностью 95%

Рисунок 3 – Экспериментальная упругая характеристика заневоленного торсионного вала $\varnothing 42$ мм

Для данных торсионных валов были определены модули упругости при сдвиге G_{III} с использованием экспериментальных упругих характеристик и зависимостей (1) – (4). В результате расчетов получено, что для вала $\varnothing 38$ мм ($L_{т1} = 723,404$ мм [$l_{т1} = 694,677$ мм; $D_{сб1} = 46,579$ мм; $D_{ем1} = 44,023$ мм; $R = 100$ мм]; $J_{рт1} = 204707,75$ мм⁴) модуль упругости при сдвиге G_{III} составил 69,33 ГПа, для вала $\varnothing 42$ мм ($L_{т1} = 731,078$ мм [$l_{т1} = 709,345$ мм; $D_{сб1} = 46,579$ мм; $D_{ем1} = 44,023$ мм; $R = 100$ мм]; $J_{рт1} = 305490,04$ мм⁴) соответственно 71,12 ГПа.

В результате проведенных исследований установлено:

- для торсионного вала $\varnothing 38$ мм модуль упругости при сдвиге G_{III} составил 69,33 ГПа, для вала $\varnothing 42$ мм - 71,12 ГПа;
- жесткость торсиона для вала $\varnothing 38$ мм составила 342,426 Нм/град, для вала $\varnothing 42$ мм – 518,687 Нм/град.

Проведенные расчеты показали, что при определении упругих характеристик торсионных валов необходимо уточнять для конкретных конструкций торсионов механические свойства материалов.

Литература

1. Волков, Ю. П. Ходовая часть транспортных гусеничных машин. Ч. 2. Система поддрессоривания: учеб. пособие / Ю. П. Волков, В. Е. Ролле, А. Д. Самойлов. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1997. – 142 с.
2. Подскребко, М. Д. Соппротивление материалов / М. Д. Подскребко. – Минск: ДизайнПРО, 1998. – 592 с.
3. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть: учеб. пособие для вузов / А. И. Гришкевич [и др.]; под общ. ред. А. И. Гришкевича. – Мн.: Вышэйшая школа, 1987. – 200 с.
4. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин [и др.]; под общ. ред. В. Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
5. Ходовая часть гусеничных машин: учеб. пособие / В. Д. Галышев [и др.]; под общ. ред. В. Д. Галышева. – Ленинград: Изд-во ЛПИ им. М.И. Калинина, 1976. – 84 с.
6. Жданович, Ч. И. Модернизированный стенд для испытания торсионов / Ч. И. Жданович, В. Н. Плищ, В. В. Герашенко // Тракторы и с/х машины. – 2005. – №12. – С. 30 – 31.