

В (10; 11) приняты следующие обозначения: индекс 1 – ведущее звено, индекс 2 – ведомое звено, индекс 3 – остановленное звено,  $z_1, z_2, z_3$  – числа зубьев сателлитов, находящихся непосредственно в зацеплении с зубчатыми колесами  $z_1, z_2, z_3$ .

УДК 629.114.2  
UDC 629.114.2

## К ВЫБОРУ РЕЗИНО-ЖГУТОВЫХ ТОРСИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВЕСКИ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

## TO THE CHOICE OF RUBBER-HARNESSTORSION ELEMENTS OF A TRACKED MACHINE SUSPENSION

Таяновский Г.А., Калина А.А.  
Tayanousky G.A., Kalina A.A.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Аннотация:* Рассмотрены аспекты выбора варианта и параметров резино-жгутовых торсионных элементов подвески гусеничного хода машины, предназначенной для работы на заснеженных опорных поверхностях.

*Summary.* The aspects of choosing the option and parameters of rubber-harness torsion elements of the suspension of the caterpillar track of the machine designed to work on snowy supporting surfaces are considered.

Ходовая система гусеничного трактора на базе трактора с резино-жгутовыми упругими поддерживающими элементами (РЖЭ) гусеничного хода обладает преимуществами, в сравнении с традиционными подвесками. Выполнен анализ конструктивных исполнений и сравнительная оценка вариантов упругих РЖЭ. Рассмотрены следующие компоновки таких модулей (рисунок 1а, б).

По своей конструкции торсион с РЖЭ представляет собой фигурную (квадратную, шестиугольную) трубу с установленными в нее с разных сторон резиновыми круглыми жгутами (обычно 3-4). Длина жгутов из резины марки Р 7-30-2148 составляет 300-400 мм, а диаметр около 30 мм. В такую трубу со жгутами запрессовывается рычаг с цапфой и ступицей. Установочная часть рычага имеет квадратную или треугольную (в случае шестиугольной трубы) форму.

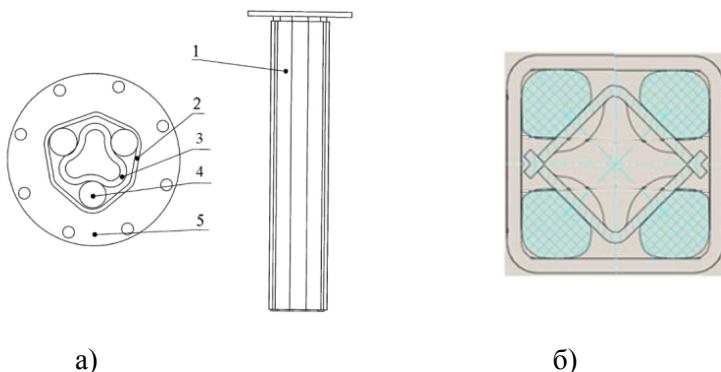


Рис. 1.

В случае увеличения нагрузки на подвеску рычаг начинает проворачиваться во внешней трубе, а резиновые жгуты, деформируясь, сопротивляются этому движению. Плотность торсионов подбирается так, чтобы конструкция получалась одновременно и довольно жесткой, но и легко могла амортизировать при использовании на неровностях.

Диапазон нагрузок торсионных осей составляет от 4кН до 15 кН. На плавность хода ратрака с торсионной подвеской в некоторой мере влияет форма самой трубы. В квадратный профиль устанавливается четыре жгута – такая подвеска более жесткая. Шестиугольный профиль используется с тремя жгутами – такая ось выдерживает нагрузки, как и при четырехугольном профиле, но может иметь более плавную кривую нагружения – зависимость крутящего момента от угла поворота внутренней направляющей.

К минусам торсионной подвески можно отнести трудоемкость ремонта в случае возникновения поломки или износа. Если подшипник в торсионной подвеске можно поменять самостоятельно, то замену жгутов и направляющей – только в производственных условиях, а сам ремонт по стоимости соизмерим с ценой нового модуля в сборе.

Динамический ход оси катка, закрепленного на конце рычага РЖЭ, зависит от начальной точки на такой кривой при натяжке гусеничной ленты во время сборки гусеничного хода ратрака и от нормальной нагрузки на концы рычага (см. расчетную схему на рисунке 2).

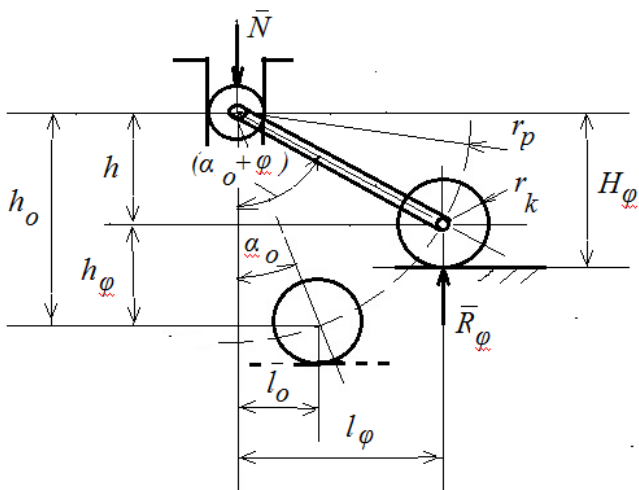


Рис. 2

Типовые кривые упругого нагружения-закручивания модуля РЖЭ нелинейны и прогрессивно нарастают при увеличении угла закручивания  $\varphi$ , они, с малой погрешностью, аппроксимируются участком параболической кривой. Работа жгутов при закручивании их в корпусе модуля РЖЭ с помощью рычага с установленным на его конце катком показана на рис. 3.

Достоинство РЖЭ в том, что подвеска с такими элементами проста и надежна, неприхотлива в эксплуатации, обеспечивает высокий клиренс ратрака и простоту настройки при установке на машину.



Рис. 3. Деформации жгутов при работе РЖЭ

Наиболее надежно при выборе подвески и решении задач динамики движения ратрака по случайным неровностям брать экспериментальные кривые паспорта каждого из тестируемых после сборки модуля подвески, в котором приводятся кривые нагружения и характеристики эксплуатационной надежности модуля в работе при различных температурах.

Рассмотрим основные статические характеристики РЖЭ (см. рисунок 2). При известной экспериментальной кривой нагружения РЖЭ –  $M_\varphi = a * \varphi^2 + b * \varphi$ , найдем зависимости:  $h_\varphi = f(\varphi)$  и  $R_\varphi = f(\varphi)$ . При угле установки РЖЭ перед натяжением гусеницы -  $\alpha_o$  получим:

$$l_o = r_p * \sin \alpha_o, \quad h_o = r_p * \cos \alpha_o$$

После установки машины на опорную поверхность рычаг РЖЭ окажется повернутым относительно ненагруженного состояния на угол  $\varphi$ . Сверху на корпус торсиона будет действовать сила  $N$  от корпуса машины, а на каток - реакция под катком  $R_\varphi$ , создавая момент  $M_{l_\varphi}$ , который уравнивается упругим моментом от сформированных жгутов  $M_\varphi$ . При этом  $M_{l_\varphi} = R_\varphi * l_\varphi$ ,  $l_\varphi = r_p * \sin(\alpha_o + \varphi)$ , а так как  $M_{l_\varphi} = M_\varphi$ , то, подставив их выражения и выразив из последнего уравнения  $R_\varphi$ , получим

$$R_\varphi = (a * \varphi^2 + b * \varphi) / (r_p * \sin(\alpha_o + \varphi)).$$

Выразим также величины (см. рисунок 2):  $h$ ,  $h_\varphi$ ,  $H_\varphi$ , а также угловую жесткость РЖЭ  $C_\varphi$ :

$$h = r_p * \cos(\alpha_o + \varphi),$$

$$h_\varphi = h_o - h = r_p * [\cos \alpha_o - \cos(\alpha_o + \varphi)], \quad H_\varphi = r_p * \cos(\alpha_o + \varphi) + r_k, \\ C_\varphi = M_\varphi / \varphi.$$

Результаты расчетов по приведенным выражениям для одного из вариантов РЖЭ показаны на рисунках 4, 5 (копиях экранов электронной таблицы Excel).

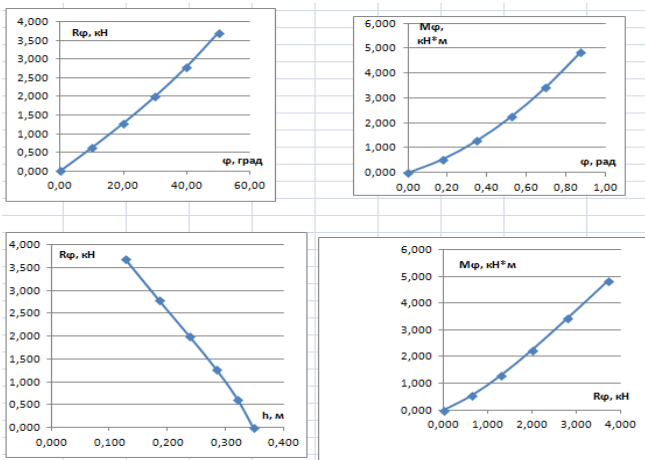


Рис. 4

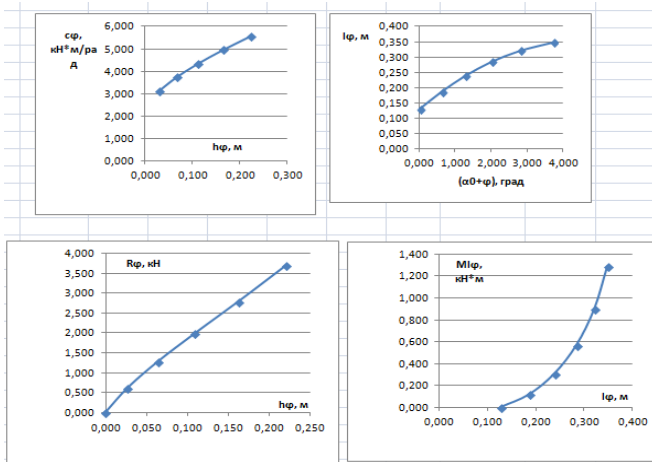


Рис. 5