

УДК [630\*:65.011.54]:621.825

*П.Н. Щерблыкин, Н.А. Бородин, Р.Г. Боровиков, И.Н. Журавлев*

Журавлев Иван Николаевич родился в 1978 г., окончил в 2002 г. Воронежскую государственную лесотехническую академию, ассистент ВГЛТА. Имеет 14 печатных трудов в области совершенствования рабочих органов и элементов привода лесохозяйственных машин.

E-mail: com307@yandex.ru



### **К РАСЧЕТУ СИЛОВЫХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ФРЕЗЕРНОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ**

Предложен расчет нажимного упругого элемента предохранительного устройства фрезерных почвообрабатывающих машин, дающий возможность оценить степень надежности его работы и определить оптимальные параметры.

*Ключевые слова:* упругий элемент, деформация, крутящий момент, жесткость.

Для нормальной работы фрезерной почвообрабатывающей машины с предохранительными устройствами, включающими упругие элементы, необходимо, чтобы они не влияли отрицательно на качественные показатели машины и учитывали ее эксплуатационные свойства [2]. Следует также знать силовые и прочностные характеристики предохранительных устройств.

В разработанной на кафедре деталей машин и инженерной графики ВГЛТА конструкции предохранительного устройства [3] наиболее нагруженным и ответственным является упругий нажимной элемент, который выполняет функции нажимной пружины и передачи крутящего момента на рабочие органы, а также демпфирующего элемента, т. е. работает на сжатие и кручение. Поэтому целью нашей работы был основной расчет силовых и прочностных характеристик для упругого элемента.

Упругий элемент выполнен из резинового материала (его толщина должна быть небольшой), в связи с чем к нему применимы следующие допущения:

деформации тела от приложенной системы сил невелики ( $\epsilon \ll 1$ ), и коэффициент Пуассона  $\mu = 0,5$ ;

связь между напряжениями и деформациями описывается линейной зависимостью (законом Гука);

материал обладает свойствами однородности и изотропности.

Крутящий момент  $M$ , передаваемый предохранительным устройством с упругим элементом, можно выразить формулой [1]

$$M = kQR_{cp}f\dot{i}. \quad (1)$$

Здесь  $k$  – коэффициент запаса, при ударных нагрузках  $k = 2,25$ ;

$Q$  – сила прижатия, Н;

$R_{cp}$  – средний радиус трения фрикционного элемента, мм,

$$R_{\text{cp}} = \frac{R_1 + R_2}{2},$$

где  $R_1, R_2$  – внешний и внутренний радиусы фрикционного элемента, мм;

$f$  – коэффициент трения;

$i$  – число плоскостей трения.

Под действием силы  $Q$ , необходимой для передачи требуемого крутящего момента  $M$  происходит деформация упругого элемента на определенную величину  $e$ , мм (см. рисунок).

Если сжатие плоской цилиндрической резиновой шайбы рассмотреть на основе линейной теории упругости, к которой применимы перечисленные допущения, то усилие  $Q$  определится как [4]

$$Q = - \int_0^{2\pi R_2} \int_{R_1} \sigma_z \left( r, \frac{h}{2} \right) r d\theta dr = 2\pi e G \beta \rho R_1 (1 - \alpha^2) \left[ \frac{3}{4} \rho^2 (1 - \alpha^2) + 1 - \frac{3}{2} \rho^2 AB \right]. \quad (2)$$

Здесь  $\sigma_z$  – напряжения, действующие по оси  $z$ ;

$\theta$  – угол, определяющий положение радиуса  $r$ ;

$A, B, \alpha, \rho$  – коэффициенты:

$$A = (1 - \alpha^2) (\rho^2 - 3) - 6\alpha^2 \ln \alpha$$

$$B = \left[ \rho^{-2} (1 - \alpha^{-2}) + 6 \ln \alpha \right]^{-1},$$

$$\alpha = \frac{R_2}{R_1}, \quad \rho = \frac{R_1}{h};$$

$h$  – толщина упругого элемента;

$G$  – модуль сдвига, для несжимаемого материала

$$G = \frac{1}{3} E, \quad (3)$$

$E$  – модуль упругости резинового материала, зависящий от его свойств;

$\beta$  – коэффициент увеличения жесткости на торцах упругого резинового элемента,

$$\beta = 0,667 + 0,5 \gamma^2,$$

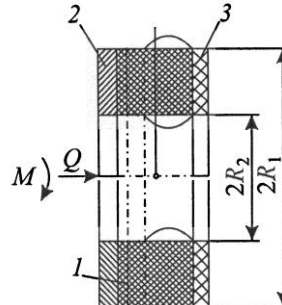
$\gamma$  – коэффициент,

$$\gamma = \frac{r}{h},$$

$r$  – ширина упругого резинового элемента,

$$r = R_1 - R_2.$$

Коэффициент  $\beta$  в формуле (2) рекомендуется учитывать, поскольку ведущий диск 2, упругий элемент 1 и фрикцион 3 можно представить как единое целое, так как коэффициент трения между ними всегда больше, чем между фрикционом и ведомым диском.



К расчету предохранительного устройства

При осевом сжатии происходит деформация упругого элемента и изменяется его жесткость ( $c$ ), которая определяется отношением силы прижатия к деформации:

$$c = \frac{Q}{e}. \quad (4)$$

Используя (2), можно определить усилие, создаваемое упругим элементом на рабочих поверхностях предохранителя, а также его жесткость и геометрические параметры.

Упругий элемент не только воспринимает статическую нагрузку, но и передает крутящий момент, от которого возникают касательные напряжения  $\tau$ :

$$\tau = \frac{2MR_{cp}}{\pi(R_1^4 - R_2^4)} \leq [\tau], \quad (5)$$

где  $[\tau]$  – допускаемое напряжение, при работе в тяжелых условиях и больших динамических режимах  $[\tau] = 0,21 \dots 0,24$  МПа.

Подставив в (5) формулу (1), получим

$$\tau = \frac{2QR_{cp}^2 kfi}{\pi(R_1^4 - R_2^4)} \leq [\tau]. \quad (6)$$

По представленным формулам можно произвести расчет силовых и прочностных характеристик предохранительного устройства с упругими нажимными элементами фрезерных лесохозяйственных машин, что позволит оценить степень надежности его работы и определить оптимальные параметры.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов М.Н. Детали машин: учеб. – 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.
2. Посметьев В.И. Обоснование перспективных конструкций предохранителей для рабочих органов лесных почвообрабатывающих орудий: учеб. пособие. – Воронеж: ВГЛТА, 2000. – 248 с.
3. Свидетельство на полезную модель №2001110643/20. Фрезерная почвообрабатывающая машина / В.Р. Карамышев, А.В. Филатов. – Оpubл. 19.04.2001.
4. Щерблыкин П.Н. Совершенствование предохранительного оборудования от перегрузок фрезерных лесохозяйственных машин: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. – Воронеж, 2005. – 151 с.

*P.N. Shcheblykin, N.A. Borodin, R.G. Borovikov, I.N. Zhuravlev*

#### To Calculation of Safeguard Force Characteristics for Milling Soil-cultivating Machine

The calculation of pressure elastic element for safeguard of milling soil-cultivating machines is provided that allows assessing the reliability degree of its work and determining its optimal parameters.

Keywords: elastic element, deformation, running torque, rigidity.