

УДК 631.348.45

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ УПЛОТНЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЬЧАТО-ПРУТКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАТКОВЫХ ПРИСТАВОК ПРИ РАБОТЕ НА НЕЗАРЕННЫХ КАМНЯМИ ПОЛЯХ

Ю.В. Чигарев<sup>1,2</sup>, д.ф.-м.н., профессор, И.С. Крук<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,  
Д.Н. Колоско<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, А.А. Тиунчик<sup>1</sup>, к.ф.-м.н., доцент,  
Ф.И. Назаров<sup>1</sup>, Ж.И. Пантелеева<sup>1</sup>, Н.Г. Бакач<sup>3</sup>, к.т.н., доцент

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Западнопоморский технологический университет,  
г. Щецин, Республика Польша

<sup>3</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь

### Введение

Для усадки и дополнительной обработки пласта в конструкциях плугов наиболее универсальными являются кольчато-шпоровые катки с цилиндрической формой уплотняющих элементов, которые качественно крошат, выравнивают и уплотняют поверхностный слой почвы [1,2] (рисунок 1).

Качество выполнения технологического процесса обработки почвы определяется конструкцией, состоянием и надежностью рабочих органов и их элементов.

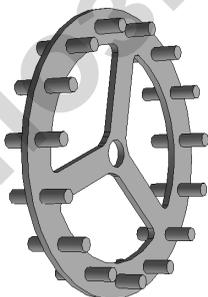


Рисунок 1 – Кольчато-прутковый рабочий орган катковой приставки

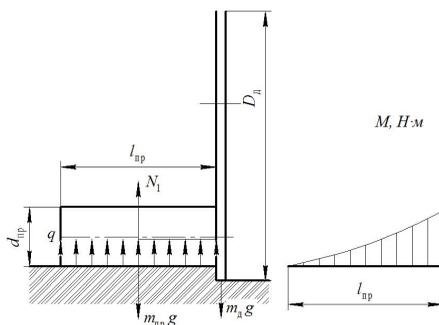


Рисунок 2. – Силы, действующие на кольчато-прутковый рабочий орган

### Основная часть

Определим из условия прочности рациональное соотношение диаметра  $d_{\text{пр}}$  и длины  $l_{\text{пр}}$  уплотняющих элементов кольчато-прутковых почвообрабатывающих рабочих органов, которое влияет не только на надежность, но и материалоемкость конструкции.

При расчете деталей машин на прочность необходимо сравнивать фактические напряжения, возникающие в сечении с некоторыми допускаемыми напряжениями, рассчитанными для данного материала и вида нагружения. Пруток при работе на незасоренных камнями полях работает на изгиб. Максимальный изгибающий момент в опасном сечении прутка (рисунок 2)

$$M_{\text{max}} = \frac{ql_{\text{пр}}^2}{2} - m_{\text{пр}}g \frac{l_{\text{пр}}}{2}; \quad q = \frac{N_1}{l_{\text{пр}}},$$

где  $m_{\text{пр}}$  – масса прутка, кг;  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;  $q$  – распределенная нагрузка,  $\text{Н/м}$ ;  $N_1$  – сила воздействия почвы на пруток,  $\text{Н}$ .

Массу прутка найдем по формуле

$$m_{\text{пр}} = \rho_{\text{ст}} V_{\text{пр}} = \rho_{\text{ст}} \frac{\pi d_{\text{пр}}^2 l_{\text{пр}}}{4},$$

где  $\rho_{\text{ст}}$  – плотность стали,  $\text{кг/м}^3$ ;  $V_{\text{пр}}$  – объем прутка;  $\text{м}^3$ .

Во время работы приставок на их уплотняющие элементы действуют постоянная нагрузка  $N_1$  (реакция почвы, определяемая сопротивлением почвы внедрению).

$$N_1 = \frac{\pi k_{\text{см}} l_{\text{пр}} d_{\text{пр}} h}{2},$$

где  $d_{\text{пр}}$  – диаметр прутка,  $\text{м}$ ;  $h$  – глубина заглубления прутка в почву,  $\text{м}$ ;  $k_{\text{см}}$  – коэффициент объемного смятия, учитывающий свойства почвы,  $\text{Н/м}^3$  [3].

При работе приставок на полях, незасоренных камнями, на прутки в процессе работы действует только постоянная нагрузка  $N_1$ .

Предельные статические нормальные напряжения

$$\sigma_{\text{max ст}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_{z_{\text{пр}}}}; \quad W_{z_{\text{пр}}} = \frac{\pi d_{\text{пр}}^3}{32},$$

где  $W_{z\text{ пр}}$  – полярный момент сопротивления прутка, м<sup>3</sup>

Тогда при работе на незасоренных камнями участках прутки работают только на изгиб, тогда

$$\sigma_{\max_{\text{ст}}} = \frac{l_{\text{пр}}^2 (8k_{\text{см}} h - 4g\rho_{\text{ст}} d_{\text{пр}})}{d_{\text{пр}}^2} \leq [\sigma_{\text{ст}}],$$

где  $[\sigma_{\text{ст}}]$  – допустимое напряжение, Па.

$$l_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{[\sigma_{\text{ст}}] d_{\text{пр}}^2}{8k_{\text{см}} h - 4g\rho_{\text{ст}} d_{\text{пр}}}}.$$

Данная зависимость отражает взаимосвязь между геометрическими параметрами цилиндрических уплотняющих элементов кольчато-прутковых почвообрабатывающих рабочих органов катковых приставок пахотных агрегатов при их работе на незасоренных камнями почвах с учетом обеспечения надежности конструкции.

#### **Заключение**

В результате теоретических исследований взаимодействия цилиндрического прутка с почвой с учетом прочности на изгиб получена зависимость, устанавливающая взаимосвязь между его длиной и диаметром с учетом обеспечения надежности конструкции.

#### **Литература**

1. К обоснованию геометрических параметров кольчатошпоровых катков / И.С. Крук [и др.] // Сборник научн. статей Международной научн.-практ. конф. «Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве» – Минск : БГАТУ, 2016. – с.118 – 122.
2. Результаты экспериментальных исследований воздействия уплотняющих элементов почвообрабатывающего рабочего органа катковой приставки на почву / И.С. Крук [и др.] / Агропанорама. – № 4, 2015. – С. 2-5.
3. Чигарев Ю.В. Математические основы механики почв / Ю.В. Чигарев, П.Н. Синкевич. – Минск : Технопринт, 2004. – 163 с.