

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВАЛЬЦОВ ПОЧАТКООЧИСТИТЕЛЬНЫХ КОМБАЙНА ПОЧАТКОУБОРОЧНОГО КП-4

Ю. В. Булавко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов

На современном этапе развития машиностроения перед сельскохозяйственной техникой стоит задача разработки машин, позволяющих обеспечить максимальное сбережение сырьевых, топливных и энергетических ресурсов на этапах производства, переработки и использования сельскохозяйственной продукции. В работе исследуется возможность снижения металлоемкости початкоочистительного устройства початкоуборочного комбайна КП-4 при сохранении таких важных факторов как надежность, долговечность устройства и низкая себестоимость продукции.

КП-4 предназначен для уборки початков кукурузы в стадии полной спелости зерна влажностью до 25 % с выполнением следующих технологических операций: срез стеблей с измельчением и разбрасыванием по полю листостебельной массы; отделение початков от стеблей, очистка початков от оберток, сбор очищенных початков в бункере. Устройство початкоочистительное предназначено для очистки початков от оберток и сепарации вылущенного зерна из вороха оберток. Очистительные устройства состоят из очистительного аппарата, прижимного и очистительного устройств.

Аппарат початкоочистительный включает в себя пять групп очистительных вальцов (в каждой группе по два металлических и два резиновых вальца). Вальцы вращаются навстречу друг другу, образуя при этом очищающую пару. Силы трения, возникающие между поверхностями початка кукурузы и вращающихся вальцов, отслаивают обертки на початке. Прорезиненные вальцы состоят из набора втулок, представляющих из себя гребенку, которая обдирает вспушенную обертку с початка. Металлические вальцы выполнены в форме спирали и служат для протягивания початка по желобу, а также для распушивания обертки на початке.

В работе произведем расчет чугунного вальца початкоочистительного устройства КП-4 для определения оптимальных параметров сечение вальца.

В качестве материала для вальца был выбран высокопрочный чугун ВЧ45. Он обладает хорошей жидкотекучестью с возможностью получить отливку с тонкими стенками. Если металл растекается медленно, то из него тонкостенная отливка не получится: он застынет, прежде чем заполнятся все извилины формы. По сравнению с серыми чугунами, механические свойства высокопрочного чугуна выше.

На рис. 1 представлена 3D-модель чугунного вальца с цапфами.

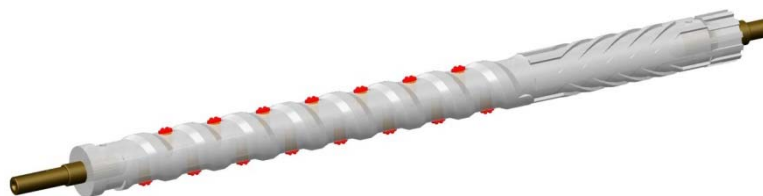


Рис. 1. Модель чугунного вальца с цапфами

Для определения оптимального внутреннего диаметра отверстия выполним прочностной расчет цельного вальца для случая попадания початка кукурузы между парой валцов, заклинивании чугунного вальца и срабатывании предохранительной муфты, настроенной на момент  $M_{KP} = 380$  Нм.

Для расчета принята модель чугунного вальца в сборе, закрепленная в неподвижных опорах на цапфах (рис. 2).

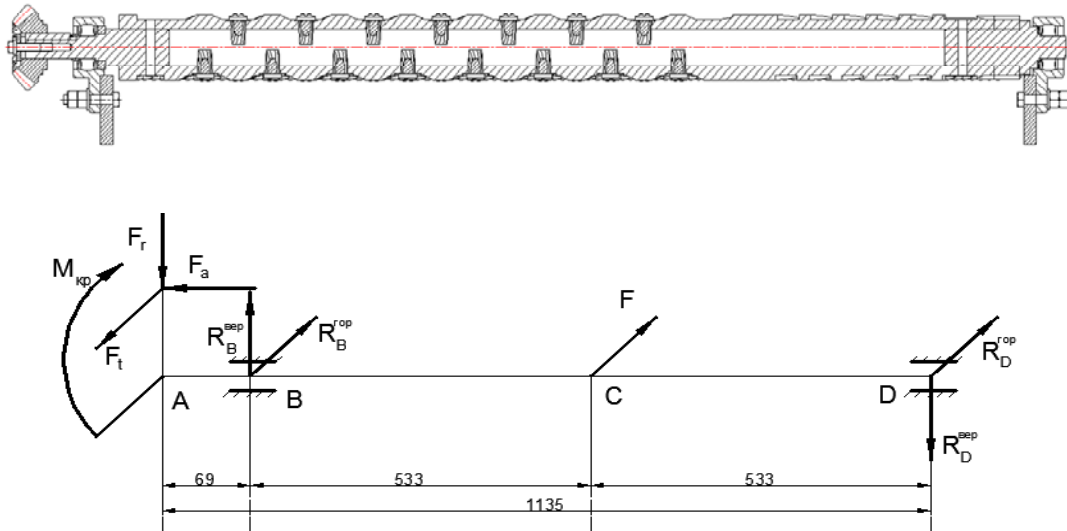


Рис. 2. Расчетная схема вальца

При расчете чугунного вальца початкоочистительного устройства будем исходить из следующих исходных данных:

- диаметр вальца  $d = 71$  мм;
- момент срабатывания муфты  $M_{KP} = 380$  Нм;
- угол делительного конуса конического колеса  $\delta_1 = 45^\circ$ ;
- масса чугунного цельного вальца  $m = 24,7$  кг;
- допускаемые напряжения материала при изгибе:  $[\sigma] = 450$  МПа

Опасным сечением вальца будет являться сечение в точке  $C$ , так как в ней крутящий и суммарный изгибающий моменты имеют наибольшие значения:

$$M_x = 1792,3 \text{ Нм}; \quad M_y = 3,68 \text{ Нм}; \quad M_{KP} = 380 \text{ Нм}.$$

Используя четвертую гипотезу прочности (предельного состояния), найдем диаметр вальца:

$$\sigma_{\text{эkv}}^{\text{IV}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}, \text{ МПа},$$

где  $\sigma_{\text{эkv}}^{\text{IV}}$  – эквивалентное напряжение, МПа;  $\sigma$  – предел выносливости материала при изгибе, МПа;  $\tau$  – предел выносливости материала при кручении, МПа.

В сечении  $C$  крутящий момент по сравнению с изгибающим моментом мал. Поэтому расчет ведем по формуле

$$[\sigma] = \frac{M_{\text{экв}}}{W_X}, \quad W_X = \frac{\pi d^3}{32}.$$

Так как сечение вальца в критической точке  $C$  имеет сложное сечение, то расчет осевого момента инерции был выполнен в программе AutoCAD.

$$W_X = 21261 \text{ мм}^3.$$

Тогда

$$\sigma_{\text{расч}} = \frac{M_{\text{экв}}}{W_X} = \frac{1822,1 \cdot 10^3}{21261} = 85,7 \text{ МПа}.$$

Определим запас прочности:

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\text{расч}}} = \frac{450}{85,7} = 5,2.$$

Для данных конструкций достаточно иметь двойной запас прочности. Тогда найдем осевой момент сопротивления при  $n = 2$ :

$$W_{X1} = \frac{M_{\text{пр}} \cdot 2}{[\sigma]} = \frac{1822,1 \cdot 10^3 \cdot 2}{450} = 8098 \text{ мм}^3.$$

Найдем разницу между осевым моментом сопротивления при  $n = 5,2$  и  $n = 2$ :

$$W_{X2} = W_X - W_{X1} = 21261 - 8098 = 13163 \text{ мм}^3.$$

Тогда диаметр отверстия вальца найдем из выражения

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W_{X2}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 13463}{3,14}} = 51,2 \text{ м}.$$

Для лучшей фиксации металлических зубьев принимаем диаметр отверстия вальца  $d_{\text{отв}}$  47 мм.

На рис. 3 приведено распределение эквивалентных напряжений для полого вальца. Максимальные значения напряжений  $\sigma = 239,9$  МПа наблюдаются в локальных точках на поверхности вальца и на цапфе. Локальные напряжения в данном случае не влияют на прочность вальца. Среднее значение напряжений, возникающих в конструкции  $\sigma = 45$  МПа, что ниже допускаемого значения  $[\sigma] = 450$  МПа. Цапфа изготовлена из стали 18ХГТ, термообработана, допускаемое напряжение для этой стали  $[\sigma] = 1400$  МПа.

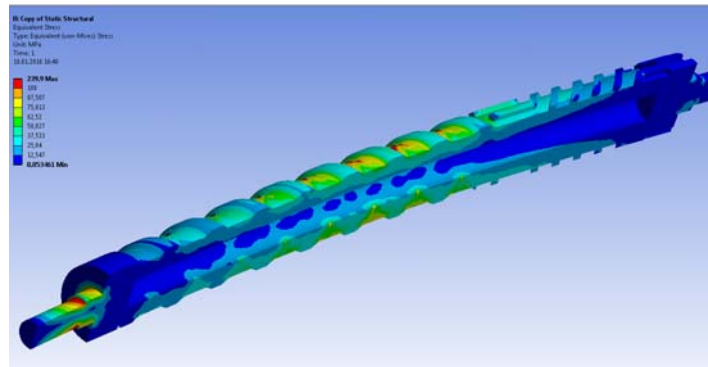


Рис. 3. Распределение эквивалентных напряжений полого вальца

В результате можно сделать вывод, что полый валец является оптимальным для данного початкоочистительного устройства. Полый валец выдерживает такие же нагрузки, как и цельный валец, имеет меньшую массу (разница по массе 7 кг). Так как в конструкции початкоочистительного устройства таких вальцов 10, то экономия металла составляет 70 кг, что снижает расход металла при изготовлении вальцов, облегчает данный узел и является одной из главных задач при разработке и выпуске сельскохозяйственной техники.