

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ВАЛЬЦОВ ПОЧАТКООЧИСТИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА КОМБАЙНА КП-4

Ю. В. Булавко

*Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов, канд. техн. наук, доц.

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 двухканальный. При таком расположении вальцов очистительный аппарат дает более высокую степень очистки початков и менее чувствителен к ориентации початков при подаче их на очистительные вальцы.

Аппарат початкоочистительный включает в себя пять групп очистительных вальцов (в каждой группе по два металлических и два резиновых вальца). Привод вальцов осуществляется конической передачей. На цапфе приводного вала установлена звездочка с предохранительной муфтой. 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. Для активации протягивания растительной массы между вальцами и предотвращения их забивания выполнены ребра на цилиндрических поверхностях шайб, что исключает случаи забивания растительной массой вальцов початкоочистителя.

При разработке и выпуске новой сельскохозяйственной техники перед конструктором стоит задача максимального сбережения сырьевых, топливных и энергетических ресурсов на этапах производства, переработки и использования сельскохозяйственной продукции.

В початкоочистительном устройстве комбайна КП-4 металлические вальцы сплошного сечения изготовлены из чугуна СЧ20. Масса чугунного цельного вальца $m = 22,7$ кг. Для определения оптимальных параметров сечение вальца выполним прочностной расчет цельного вальца для случая попадания початка кукурузы между парой вальцов, заклинивании чугунного вальца и срабатывании предохранительной муфты, настроенной на момент $M_{кр} = 380$ Нм.

При расчете чугунного вальца початкоочистительного устройства (рис. 1) будем исходить из следующих исходных данных:

- диаметр вальца $d = 71$ мм;
- момент срабатывания муфты $M_{\text{кр}} = 380$ Нм;
- угол делительного конуса конического колеса $\delta_1 = 45^\circ$;

Используя четвертую гипотезу прочности (предельного состояния), найдем расчетное значение предела выносливости материала при изгибе $\sigma_{\text{РАСЧ}}$, МПа:

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

где $\sigma_{\text{ЭКВ}}^{\text{IV}}$ – эквивалентное напряжение, МПа; σ – предел выносливости материала при изгибе, МПа; τ – предел выносливости материала при кручении, МПа.

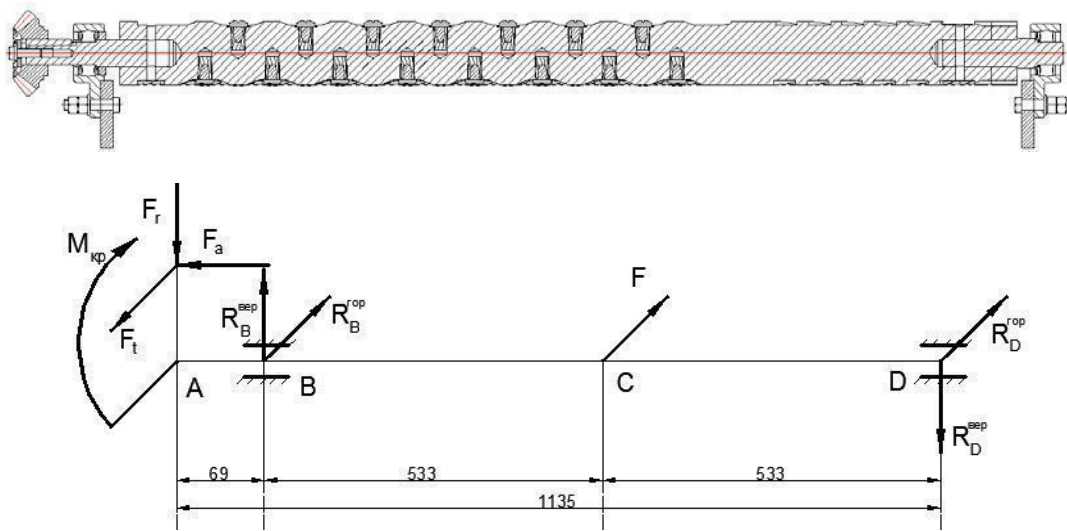


Рис. 1. Расчетная схема вальца

Опасным сечением вальца будет являться сечение в точке C , так как в ней крутящий и суммарный изгибающий моменты имеют наибольшие значения: $M_x = 1792,3$ Нм, $M_y = 3,68$ Нм, $M_{\text{кр}} = 380$ Нм.

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

$$[\sigma] = \frac{M_{\text{ЭКВ}}}{W_x}; \quad W_x = \frac{\pi d^3}{32};$$

$$\sigma_{\text{РАСЧ}} = \frac{M_{\text{ЭКВ}}}{W_x} = \frac{1822,1 \cdot 10^3}{21261} = 85,7 \text{ МПа.}$$

В качестве материала для вальца был выбран высокопрочный чугун ВЧ45. Допускаемые напряжения материала при изгибе: $[\sigma] = 450$ 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

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

Для лучшей фиксации металлических зубьев принимаем диаметр отверстия вальца $d_{\text{отв}} = 42 \text{ мм}$.

Масса вальца кольцевого сечения, изготовленного из ВЧ45, составила $m = 14,2 \text{ кг}$, что на $8,5 \text{ кг}$ меньше вальца сплошного сечения, изготовленного из чугуна СЧ20.

В качестве материала для вальца выбрать высокопрочный алюминиевый сплав В95. Сплав имеет достаточно высокую прочность и хорошую обрабатываемость. Предел текучести условный $\sigma_{0,2} = 440 \text{ МПа}$.

Определим запас прочности:

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\text{расч}}} = \frac{440}{85,7} = 5,1.$$

Осевой момент сопротивления при $n = 2$:

$$W_{X1} = \frac{M_{\text{пр}} \cdot 2}{[\sigma]} = \frac{1822,1 \cdot 10^3 \cdot 2}{440} = 8282 \text{ мм}^3.$$

Найдем разницу между осевым моментом сопротивления при $n = 5,1$ и $n = 2$:

$$W_{X2} = W_X - W_{X1} = 21261 - 8282 = 12978 \text{ мм}^3.$$

Тогда диаметр отверстия вальца найдем из выражения

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_{X2}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 12978}{3,14}} = 50,9 \text{ мм}.$$

Для лучшей фиксации металлических зубьев принимаем диаметр отверстия вальца $d_{\text{отв}} = 42 \text{ мм}$.

Масса вальца кольцевого сечения, изготовленного из алюминиевого сплава В95, составила $m = 5,6 \text{ кг}$, что на $17,1 \text{ кг}$ меньше вальца сплошного сечения, изготовленного из чугуна СЧ20.

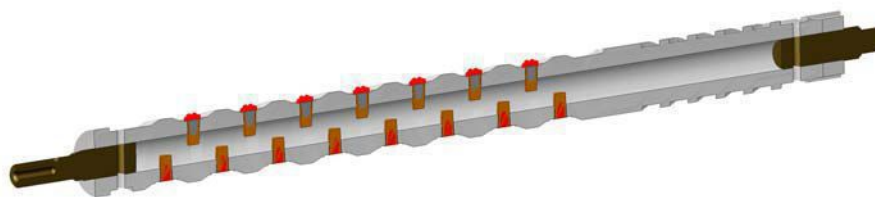


Рис. 2. Модель полого вальца с цапфами

В результате расчетов можно сделать вывод, что полый валец (рис. 2) при двукратном запасе прочности, изготовленный из высокопрочного алюминиевого сплава В95 и чугуна ВЧ45, выдерживает такие же нагрузки, как и цельный валец, изготовленный из СЧ20. Полый валец, изготовленный из высокопрочного алюминиевого сплава В95, является оптимальным для данного початкоочистительного устройства, имеет меньшую массу, а так как в конструкции початкоочистительного устройства таких валцов 10, то экономия металла составляет 171 кг, что снижает расход металла при изготовлении валцов и облегчает данный узел.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОТЛИВОК И ЛИТЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В. А. Жаранов

*Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. Б. Одарченко, канд. техн. наук, доц.

Современное машиностроение предъявляет новые требования к качеству деталей. В первую очередь, это элементы машин и механизмов, работающие в тяжелых условиях динамического нагружения. Приоритетом является сокращение веса без потери качества и разработка высокоточных деталей с низким процентом брака и высокой надежностью в период эксплуатации. Пути решения проблем снижения массы деталей, ранее успешно применявшиеся в технике (применение композиционных материалов и дорогостоящих сплавов металлов), во многом исчерпали свой потенциал.

Интуитивный эмпирический подход, когда конечная геометрия изделия формируется на базе аналогии с предыдущими удачными конструкциями и доработки при возникновении проблем в период эксплуатации, может гарантировать прочность отдельной детали. Однако из-за избыточной массы и ограничений на форму в соответствии с преимуществом топологии машины и агрегаты, в которых используются такие детали, уже в начале эксплуатации часто являются морально устаревшими.

Решение указанных проблем можно обеспечить применением в процессе проектирования принципов топологической оптимизации (оптимизация формы конструкции или оптимизация компоновки) по элементам конструкции деталей и узлов. Цель топологической оптимизации состоит в определении лучшего использования материала для исследуемого объекта или конструкции, так, чтобы целевая функция (например, общая жесткость или собственная частота) имела максимальное или минимальное значение при наличии ограничений (таких, как уменьшение объема).

Также геометрия продукта должна быть результатом процесса разработки дизайна, а не отправной точкой. Топологическая оптимизация является одним из спо-