

УДК 631.354.2.076

**АЛГОРИТМ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
РЕДУКТОРА ПОНИЖЕНИЯ ОБОРОТОВ МОЛОТИЛЬНОГО
БАРАБАНА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

Андрей Владимирович Бутовченко

доктор технических наук, профессор

butovchenkoav@yandex.ru

Артем Вадимович Новиков

магистрант

novikov.artem808010@gmail.com

Дмитрий Сергеевич Конон

магистрант

di161ma@yandex.ru

Донской государственный технический университет

г. Ростов-на-Дону, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен алгоритм рационального проектирования двухступенчатого цилиндрического редуктора понижения оборотов молотильного барабана зерноуборочного комбайна в зависимости от действующих нагрузки и методов получения исходных данных.

Ключевые слова: редуктора, зубчатые передачи, машиностроение, комбайны, сельскохозяйственные машины.

В процессе разработок новых моделей сельскохозяйственных машин существует потребность в проектировании редукторов специального назначения. Во время решения этой задачи конструкторские отделы сталкиваются с массивом различных комбинации параметров вновь проектируемого изделия и очень важно выбрать наилучший вариант из возможных, для обеспечения эксплуатационных, ремонтных и других важных параметров изделия [1].

Рассмотрим параметры и пути решения по их выбору на примере редуктора молотильного барабана зерноуборочного комбайна.

Для того чтобы начать проектировать редуктор молотильного барабана необходимо определить его режимы работы.

Потребляемый крутящий момент молотильным барабаном можно отобразить в виде формулы, отображающей основные составляющие суммы нагрузок, возникающих в процессе работы молотильного барабана:

$$M_{MB} = M_{BC} + M_{ПТ} + M_{УД} + M_{ИН} \quad (1)$$

где M_{BC} – крутящий момент, потребляемый на преодоление вредных сопротивлений;

$M_{ПТ}$ – крутящий момент, потребляемый на «перетирание» - обмолот хлеба в зазорах между барабаном и декой;

$M_{УД}$ – крутящий момент, потребляемый на удар и сообщение скорости продуктам обмолота.

$M_{ИН}$ – крутящий момент, потребляемый во время изменений угловой скорости барабана.

Крутящий момент, затрачиваемый на преодоление вредных сопротивлений зависит от потерь на трения в подшипниковых опорах молотильного барабана и на отбрасывание воздуха.

Крутящий момент, затрачиваемый на «перетирание» включает в себя комплекс различных деформаций и сопротивлений, возникающих при протаскивании хлеба через зазоры между барабаном и декой.

Крутящий момент, затрачиваемый на удар и сообщение скорости продуктам обмолота зависит импульса, который нужно сообщить хлебной массе.

Крутящий момент, затрачиваемый на изменения угловой скорости зависит от момента инерции и углового ускорения молотильного барабана

Обороты молотильного барабана зависят от убираемой культуры, диаметра молотильного барабана, а также подачи из наклонной камеры зерноуборочного комбайна.



Рисунок 1 – Схема получения исходных данных для проектирования редуктора молотильного барабана.

Полученная конструкция редуктора зависит от исходных данных режимов работы, поэтому необходимо тратить усилия для получения качественных данных перед этапом разработки редуктора. На рисунке 1 предоставлены три основных направления для определения исходных данных для проектирования. Все эти методы имеют свои положительные и отрицательные стороны, для глубокого анализа необходимо использовать их в совокупности, для исключения возможных погрешностей данных методов.

Режимы работы редуктора должны отображать информацию о крутящем моменте, частоте оборотов валов и времени работы. Для технологического процесса уборки культур на зерноуборочном комбайне обязательно должны

быть учтены режимы забивания технологической системы и работа с культурой повышенной влажности.

После получения режимов работы редуктора переходим к предварительному выбору компоновки положения редуктора в машине, а также компоновки деталей внутри редуктора, ниже на рисунке 2 предоставлена структурная схема основных типов компоновок редуктора молотильного барабана.



Рисунок 2 – структурная схема основных типов компоновок приводов молотильного барабана.

На следующем этапе расчет зубчатых передач на геометрические и прочностные параметры, ниже приведем параметры касаемые двухступенчатого цилиндрического редуктора молотильного барабана [2,3].

Основные геометрические параметры:

- модуль m ;
- межосевое расстояние зубчатой передачи a ;
- ширина зубчатого зацепления b ;
- коэффициент корригирования зубчатых колес x ;
- исходный контур зубчатого зацепления;
- диаметры зубчатых колес d ;
- масса зубчатой передачи M ;
- габаритные размеры редуктора.

Параметры прочности:

- коэффициент запаса усталостной прочности по контактным напряжениям S_H ;
- коэффициент запаса усталостной прочности по изгибным напряжениям S_F .

Так как задача по выбору параметров имеет множество решений из-за внушительного количество переменных, предлагается алгоритм проектирования, предоставленный на рисунке 3.

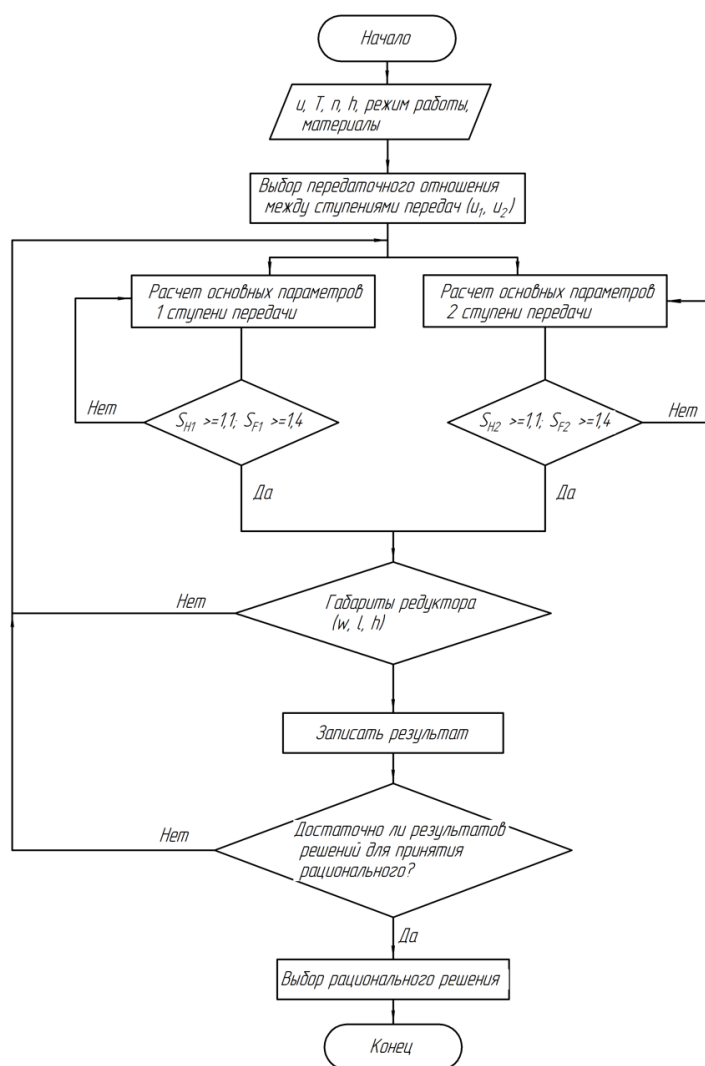


Рисунок 3 - Схема алгоритма рационального проектирования двухступенчатого цилиндрического редуктора понижения оборотов молотильного барабана зерноуборочного комбайна.

Выводы. Работу с предложенным алгоритмом возможно реализовать с помощью прикладных программных продуктов, например KissSoft, используя его на основании работы алгоритма мы получаем облако решений, исходя из

доступных оптимальных вариантов которого, выбирается наиболее рациональный, соответствующий условиям работы в составе машины.

Список литературы:

1. Иванов М. Н., Финогенов В. А. Детали машин: учеб. для машиностроит. спец. вузов / Москва: Высшая школа. 2007. 408 с
2. Плясов А. В., Трушин Н. Н. Оценка влияния реальной геометрии зубчатых зацеплений планетарной трансмиссии на её возможности в программе kissys // Пром-Инжиниринг: труды VI Всероссийской научно-технической конференции, Москва, Челябинск, Новочеркасск, Волгоград, Сочи, 18–22 мая 2020 года. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ. 2020. С. 159-163.
3. ГОСТ 16532-70 Передачи зубчатые цилиндрические эвольвенты внешнего зацепления. Расчет геометрии.

UDC 631.354.2.076

ALGORITHM OF RATIONAL DESIGN OF THE REDUCTION REDUCER OF THE THRESHING DRUM OF A COMBINE HARVESTER

Andrey V. Butovchenko

doctor of technical sciences, professor

butovchenkoav@yandex.ru

Artem V. Novikov

master student

novikov.artem808010@gmail.com

Dmitry S. Konon

master student

di161ma@yandex.ru

Don State Technical University

Rostov-on-Don, Russia

Abstract. The article discusses the current loads and methods for obtaining initial data for designing a threshing drum gearbox, and also provides an algorithm for substantiating the parameters of the threshing drum gearbox at the design stage.

Key words: gearboxes, gear transmissions, mechanical engineering, combines, agricultural machinery.

Статья поступила в редакцию 20.03.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 20.03.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.