

Построение геометрии диска измельчителя длинностебельных кормов, основанное на первом витке спирали Архимеда

А.С. Голицын, аспирант, Е.Е. Самурганов, к.т.н., Б.Х. Тазмеев, к.т.н., ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

Исследования различных измельчающих устройств для заготовки кормов показали, что существенное влияние на качество измельчения оказывает конфигурация рабочих органов измельчителя [1]. В зависимости от конфигурации (формы) рабочего органа достигаются оптимальные показатели, предъявляемые к заготовке корма, например, длина резки [2]. Так же снижаются энергетические затраты на процесс измельчения за счёт обеспечения оптимальных углов резания. При этом износ рабочих органов снижается. Исходя из этого разработка таких рабочих органов – одно из перспективных направлений при создании машин для заготовки кормов [3, 4].

Материал и методы исследования. Целью исследования является получение условий и зависимостей для построения геометрии диска измельчителя длинностебельных кормов, обеспечивающих плавное нарастание нагрузки и снижение износа рабочих органов и определение параметров спирали Архимеда для построения геометрии диска измельчителя длинностебельных кормов. Выбор спирали Архимеда для режущего рабочего органа обусловлен тем, что в этом случае обеспечивается плавное нарастание нагрузки на обрабатываемый материал.

Архимедова спираль – спираль, плоская кривая, траектория точки, которая равномерно движется вдоль луча с началом в точке O , в то время как сам луч равномерно вращается вокруг точки O [2, 5].

Рассмотрели варианты построения, используя первый виток спирали Архимеда. Для построения геометрии диска на первом витке спирали Архимеда приняли условие относительно внешнего диаметра D диска и шага L спирали:

$$D \leq 2L. \quad (1)$$

Условие (1) ограничивает область построения на первом витке спирали. Если данное условие не соблюдается, то часть спирали Архимеда, используемая для построения, будет относиться не только к первому витку спирали.

Шаг L спирали определили как произведение высоты h выступа и количества n выступов:

$$L = h \cdot n. \quad (2)$$

Построение спирали Архимеда и дисков проводили в программе Компас-3D для получения наглядного представления.

Был использован следующий порядок построения геометрии диска спирали Архимеда.

1. Для построения диска с количеством выступов n по выражению (2) рассчитан шаг спирали L .

1.1. Согласно условию (1) принят внешний диаметр D .

1.2. Построена спираль Архимеда с центром O и шагом L , ограничив её внешним диаметром диска D .

2. Отсечены лишние построения за внешним диаметром D . Повернём спираль таким образом, чтобы точка её пересечения с окружностью диаметра D лежала на горизонтальной прямой, и разделим окружность делительными линиями на шесть равных частей, согласно количеству n выступов.

3. Проведено копирование с поворотом спирали на каждую из точек пересечения делительной линии и окружности диаметра D .

4. Соединены внешняя окружность диаметром D и внутренняя окружность диаметром d по каждой из делительных линий, после чего эти окружности и всё, что находилось внутри окружности диаметром d , были убраны.

Результаты исследования. Так как геометрия диска включает элементы спирали Архимеда, а свойства спирали Архимеда и параметры диска [6–8] известны, перейдём непосредственно к построению.

Провели построение геометрии диска со следующими параметрами: $h = 20$ мм; $n = 6$ шт., согласно порядку построения (рис. 1–4).

В результате построения получили геометрию диска измельчителя с параметрами: $D = 240$ мм; $h = 20$ мм; $n = 6$ шт. и элементами первого витка спирали Архимеда (табл. 1, постр. № 1).

Провели аналогичные построения для дисков с количеством выступов $n = 5$ шт. и $n = 4$ шт. и высотой выступов $h = 20$ мм, также воспользовавшись порядком построения (табл. 1, постр. № 2 и № 3).

Для того чтобы убедиться в правильности условия (1), осуществили проверку. При этом приняли $D = L$, или $D = h \cdot n$, и провели построение, используя первый виток спирали Архимеда для дисков с $n = 6$ шт., $n = 5$ шт. и $n = 4$ шт. Высоту выступа приняли равной $h = 20$ мм.

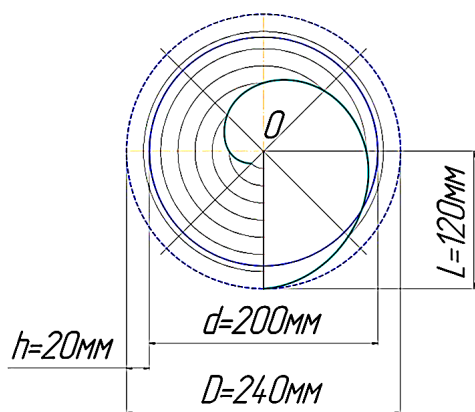


Рис. 1 – Построение геометрии диска (шаг 1)

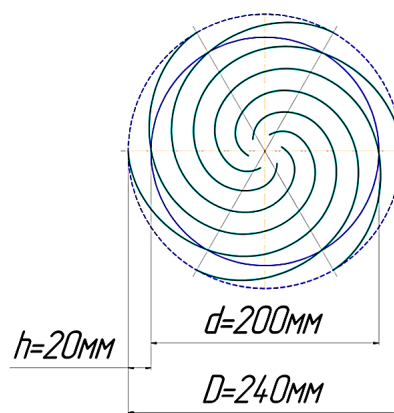


Рис. 3 – Построение геометрии диска (шаг 3)

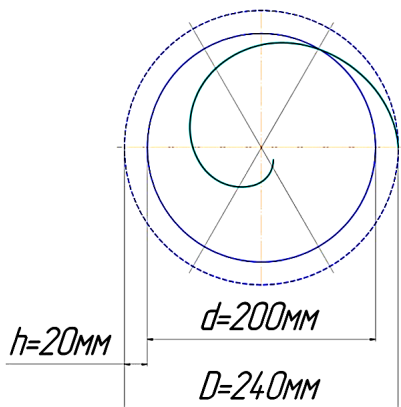


Рис. 2 – Построение геометрии диска (шаг 2)

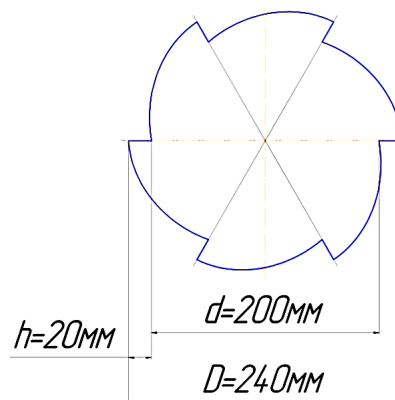


Рис. 4 – Построение геометрии диска (шаг 4)

1. Результаты построений

№ п/п	По выражению	Внутренний диаметр диска d , мм	Высота выступа h , мм	Внешний диаметр диска D , мм	Количество выступов n , шт.	Шаг спирали L , мм	Результат построения
1	$D = 2L$	200	20	240	6	120	+
2		160		200	5	100	+
3		120		160	4	80	+
4	$D = L$	80		120	6	120	+
5		60		100	5	100	+
6		40		80	4	80	+

В результате построений получили геометрию дисков с элементами первого витка спирали Архимеда и параметрами, представленными в таблице под № 4–6.

Выводы. Из проведённых вариантов построения геометрии диска можно сделать вывод, что для построения диска на первом витке спирали Архимеда необходимо учитывать условие $D \leq 2L$, а расчёт шага спирали проводить согласно выражению $L = h \cdot n$. Согласно порядку построения получили варианты геометрии диска с внешними диаметрами $D = 240; 200; 160; 120; 100$ и 80 мм, с количеством выступов $n = 6; 5$ и 4 шт., высотой выступа $h = 20$ мм и элементами первого витка спирали Архимеда.

Литература

1. Голицын А.С. Обоснование геометрической формы рабочих органов для измельчителя длинностебельных кормов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по матер. XI Всерос. конф. молодых учёных, посвящ. 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края (29–30 ноября 2017 г.). Краснодар: КубГАУ, 2017. С. 345–346.
2. Горячкин В.П. Собрание сочинений в трех томах. Т. 3. М.: Колос, 1965. 384 с.
3. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчёта режущих аппаратов. М.: Машиностроение, 1975. 311 с.
4. Куцеев В.В. К вопросу о свойствах геометрической формы рабочих органов сельскохозяйственных машин // Зелёная революция П.П. Лукьяненко: матер. науч.-практич. конф. Краснодар: Советская Кубань, 2001. С. 261–269.
5. Бугров Я.С., Никольский С.М. Высшая математика. В 3 т. Т. 1. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии: учеб. для вузов. М.: Наука, 1988. 224 с.
6. Ефимов Н.В. Краткий курс аналитической геометрии. М.: Физматгиз, 1963. 272 с.
7. Пат. 144351 Российская Федерация, МПК В02С 4/02. Шредер / В.В. Куцеев, А.А. Титученко, А.С. Голицын; заявит. и патентооблад. ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». № 2014108270/15; заявл. 04.03.2014; опубл. 20.08.2014. Бюл. № 23.
8. Пат. 172239 Российская Федерация, МПК А01F 29/00. Измельчитель кормов / В.М. Короткин, В.В. Куцеев, Е.Е. Самурганов, А.С. Голицын, А.В. Короткин; заявит. и патентооблад. сбытовой сельскохозяйственный потребительский кооператив кукурузокалибровочный завод «Кубань». № 2016133448; заявл. 15.08.2016; опубл. 03.07.2017. Бюл. № 19.