

УДК 62-25:631.363.25

UDC 62-25:631.363.25

05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ ДИСКА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ДЛИННОСТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ, ОСНОВАННОЕ НА ВТОРОМ ВИТКЕ СПИРАЛИ АРХИМЕДА

CONSTRUCTION OF THE GEOMETRY OF THE DISK OF THE SHREDDER LONG-STEMMED FEED, BASED ON THE SECOND TURN OF THE ARCHIMEDES SPIRAL

Голицын Александр Сергеевич
аспирант
SPIN-код: 4694-7539
e-mail: golitsynalexandr@gmail.com

Golitsyn Aleksandr Sergeevich
graduate student
RSCI SPIN-code: 4694-7539
e-mail: golitsynalexandr@gmail.com

Курасов Владимир Станиславович
д.т.н., профессор
SPIN-код: 7925-1853
e-mail: kurasoff@gmail.com

Kurasov Vladimir Stanislavovich,
Dr.Sci.Tech., Professor
RSCI SPIN-code: 7925-1853
e-mail: kurasoff@gmail.com

Самурганов Евгений Ерманекосович
к.т.н., доцент
SPIN-код: 8386-5713
e-mail: samurganov@mail.ru

Samurganov Evgene Ermanekosovich
Cand.Tech.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code: 8386-5713
e-mail: samurganov@mail.ru

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» г. Краснодар, Россия

FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia

Целью исследования является определение параметров спирали Архимеда для построения геометрии диска измельчителя длинностебельных кормов. В статье рассмотрена последовательность построения криволинейной части геометрии дисков измельчителя длинностебельных кормов, основанной на спирали Архимеда. Определено условие для построения диска на втором и последующих витках спирали Архимеда и получена зависимость диаметра диска от величины его выступов. Определены условия построения спирали Архимеда в зависимости от количества выступов диска

The aim of the study is to determine the parameters of the Archimedes spiral to construct the geometry of the disc of the shredder of long-stemmed feeds. The article describes the sequence of constructing the curved portion of the geometry of the disc of the shredder of long-stemmed feeds, based on Archimedes spiral. Criteria for building the disk on the second and subsequent turns of the spiral of Archimedes and obtained the dependence of disk diameter from the size of its protrusions. The conditions of Archimedes spiral construction depending on the number of disk protrusions are determined

Ключевые слова: ИЗМЕЛЬЧАЮЩИЕ ДИСКИ, СПИРАЛЬ АРХИМЕДА, ЗАГОТОВКА КОРМОВ, ПОСТРОЕНИЕ, ДЛИННОСТЕБЕЛЬНЫЕ КОРМА

Keywords: GRINDING DISCS, ARCHIMEDES SPIRAL, FEED PREPARATION, CONSTRUCTION, LONG-STEM FEED

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-154-026>

Введение

Исследование процесса измельчения сельскохозяйственных растений, показало, что одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на качество измельчения, является геометрическая форма

рабочего органа [4, 6]. Поэтому, одной из приоритетных задач, является разработка таких рабочих органов, которые обеспечивают качественное измельчение растений в процессе заготовки кормов для сельскохозяйственных животных и снижают издержки производства [3].

Постановка задачи

Целью исследования является 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 [1].

Спираль Архимеда - плоская кривая, описываемая точкой равномерно движущейся от центра O по равномерно вращающемуся лучу, исходящему из центра O [2].

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

При построение спирали Архимеда задаем центр O (рисунок 1), из которого проводим вспомогательную окружность и делим ее на 8 равных частей, прямыми проходящими через центр окружности O .

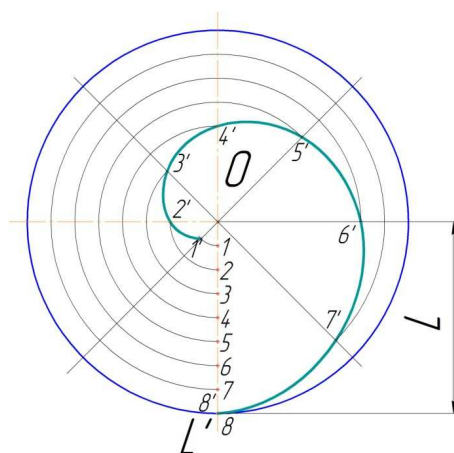


Рисунок 1 - Построение спирали Архимеда

Далее от центра O откладываем окружность, радиус которой равен шагу спирали L , а вспомогательную окружность удаляем. На пересечении окружности радиуса L и прямой проходящей через центр O отмечаем точку L' , а отрезок OL' делим на 8 равных частей. После этого, из центра O проводим вспомогательные окружности с радиусами равными расстояниям от точки O до точек 1-8. Двигаясь по часовой стрелке отмечаем точки пересечения окружностей и прямых, проходящих через центр O , а так же соединяем получившиеся точки, при этом удаляем лишние части окружностей, для упрощения чертежа [5].

Результаты исследований

Геометрия диска включает элементы спирали Архимеда. При этом для построения геометрии самого диска, необходимо учитывать его параметры: D - внешний диаметр диска, n - количество выступов, h - высота выступа, d - внутренний диаметр диска. Внешний диаметр D равен сумме внутреннего диаметра d и удвоенной высоты h выступа [7, 8].

Так как спираль имеет одинаковое приращение, то справедливо утверждение, что приращение ΔL прямо пропорционально углу поворота φ , и от начала витка до его конца составит шаг спирали (один виток - поворот на угол 360°). Исходя из этого получим следующее выражение:

$$\Delta L = \frac{L \cdot \varphi}{360} \quad (1)$$

Данное выражение справедливо для получения величины приращения ΔL при повороте на любой угол φ . Рассмотрим этот случай на примере второго витка спирали Архимеда с центром в точке O и шагом L спирали (рисунок 2) и приступим к расчету необходимых величин для построения геометрии диска.

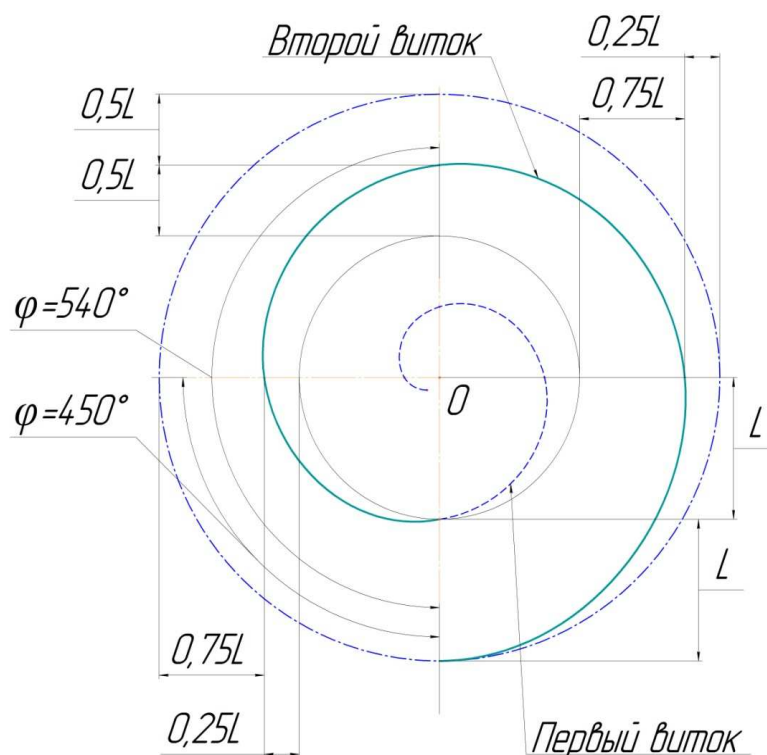


Рисунок 2 - Первый и второй витки спирали Архимеда

Исходя из известной высоты h выступа диска, можно приравнять ее к приращению ΔL . Это укажет на то, что падение приращения ΔL между соседними выступами равняется высоте h выступа.

Рассчитаем шаг L спирали, в зависимости от количества n выступов на диске. Преобразовав выражение (1), заменим приращение ΔL на высоту h выступа, а угол φ поворота, выразим как отношение полного витка в 360° к количеству n выступов на диске и подставим в выражение (1). Отсюда шаг L спирали определится как:

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

Из выражения (2) следует, что необходимый шаг L спирали будет равен произведению высоты h выступа и количества n выступов.

Проведем построение геометрии диска со следующими параметрами:
 $h = 20$ мм; $n = 6$ шт.

Так как в данном варианте проводится построение геометрии диска при использовании второго и последующих витков спирали Архимеда, целесообразно выбрать внутренний диаметр d , опираясь на условие:

$$d \geq 2L \quad (3)$$

Условие (3) отражает суть построения на втором и последующих витках спирали. Если данное условие не соблюдается, то часть спирали Архимеда, используемая для построения, будет относиться к первому витку спирали.

При построении геометрии диска использовали следующую последовательность:

1. Для начала по выражению (2) рассчитали шаг спирали - $L = 120$ мм;

1.1. Согласно условию (3) приняли внутренний диаметр - $d = 240$ мм;

1.2. Построили спираль Архимеда с центром O и шагом $L = 120$ мм, ограничив ее внешним диаметром - $D = 280$ мм (рисунок 3);

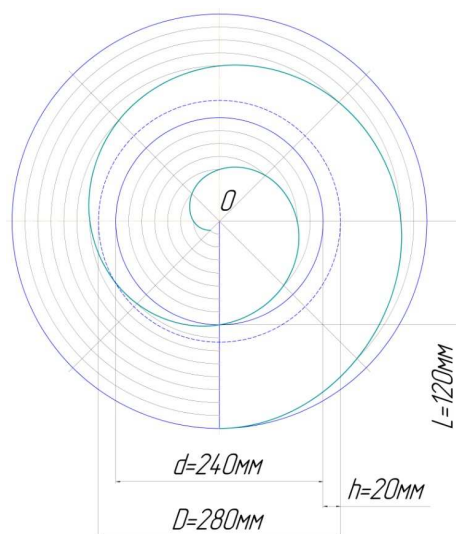


Рисунок 3 - Построение геометрии диска (шаг 1)

2. Отсекли лишние построения за внешним диаметром D . Повернули спираль таким образом, чтобы точка ее пересечения с окружностью диаметра D лежала на горизонтальной прямой и разделили окружность делительными линиями на 6 равных частей, согласно количеству n выступов (рисунок 4).

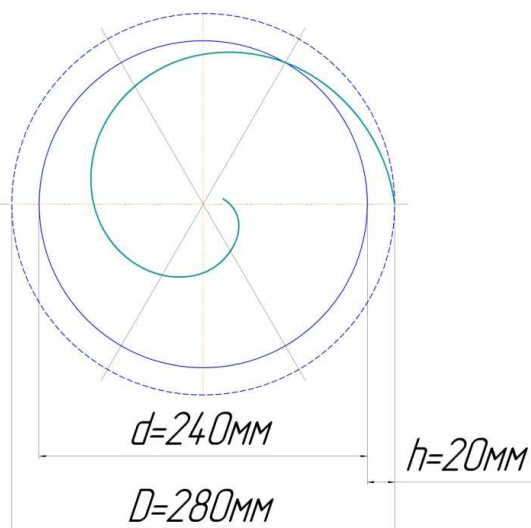


Рисунок 4 - Построение геометрии диска (шаг 2)

3. Провели копирование с поворотом спирали на каждую из точек пересечения делительной линии и окружности диаметра D (рисунок 5).

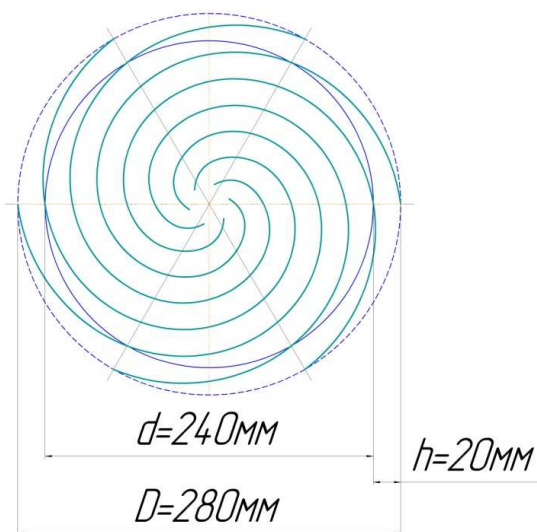


Рисунок 5 - Построение геометрии диска (шаг 3)

4. Соединили внешнюю окружность диаметром D и внутреннюю окружность диаметром d , по каждой из делительных линий, после чего убрали эти окружности, а так же все, что находится внутри окружности диаметром d (рисунок 6).

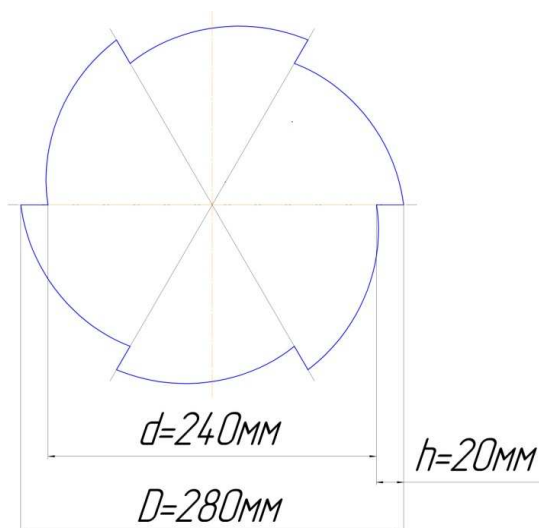


Рисунок 6 - Построение геометрии диска (шаг 4)

В результате построения получили геометрию диска с параметрами: $D=280$ мм; $h=20$ мм; $n=6$ шт., и элементами второго витка спирали Архимеда (таблица 1).

Таблица 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	$d = 2L$	240	20	280	6	120	+
2		200		240	5	100	+
3		160		200	4	80	+
4	$d = 4L$	480		520	6	120	+
5		400		440	5	100	+
6		320		360	4	80	+

Провели аналогичные построения для дисков с количеством выступов $n=5$ шт. и $n=4$ шт., и высотой выступов $h=20$ мм, с той же последовательностью построения.

Для того, что бы убедиться в правильности условия (3), провели проверку. При этом приняли $D=4L$ и провели построение, используя третий виток спирали Архимеда для дисков с количеством выступов $n=6$ шт., $n=5$ шт. и $n=4$ шт. Приняли высоту выступа $h=20$ мм и полученные при построении данные занесли в таблицу 1.

В результате построений получили геометрию дисков с элементами второго витка спирали Архимеда и параметрами, представленными в таблице 1.

Выводы

Из проведенных вариантов построения геометрии диска, можно сделать вывод, что для построения диска на втором и последующих витках спирали Архимеда необходимо учитывать условие $d \geq 2L$, а расчет шага спирали проводить согласно выражению $L=h \cdot n$. При этом само построение проводить согласно представленной последовательности.

Список литературы

1. Босой, Е. С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е. С. Босой, О. В. Верняев, Ш. И.Смирнов, Е. Г. Султан-Шах // М.: Машиностроение, 1977. - 568 с.
2. Бугров, Я. С. Высшая математика / Я. С Бугров, С. М. Никольский // Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии: учеб. для вузов. - М.: Наука, 1988. 224 с.
3. Горячкин, В. П. Собрание сочинений в трех томах. Т. 3. / В. П. Горячкин // М.: Колос, 1965. – 384 с.
4. Голицын, А. С. Обоснование геометрической формы рабочих органов для измельчителя длинностебельных кормов / А. С. Голицын // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам XI Всерос. конф. молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края (29–30 ноября 2017 г.). – Краснодар : КубГАУ, 2017. С. 345-346.
5. Ефимов, Н. В. Краткий курс аналитической геометрии/ Н. В. Ефимов // - М.: Физматгиз, 1963. - 272 с.

6. Куцеев, В. В. К вопросу о свойствах геометрической формы рабочих органов сельскохозяйственных машин / В.В. Куцеев // Материалы научно-практической конференции «Зеленая революция П.П. Лукьяненко». Краснодар: «Советская Кубань», 2001. - С. 261-269.

7. Пат. 144351 Российская Федерация, МПК В02С 4/02. Шредер / В. В. Куцеев, А. А. Титученко, А. С. Голицын; заявитель и патентообладатель 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; заявитель и патентообладатель Сбытовой сельскохозяйственный потребительский кооператив кукурузокалибровочный завод «Кубань». № 2016133448; заявл. 15.08.2016; опубл. 03.07.2017; бюл. №19.

References

1. Bosoj, E. S. Teorija, konstrukcija i raschet sel'skoxozjajstvennyh mashin / E. S. Bosoj, O. V. Vernjaev, Sh. I.Smirnov, E. G. Sultan-Shah // М.: Mashinostroenie, 1977. - 568 s.

2. Bugrov, Ya. S. Vysshaya matematika / Ya. S Bugrov, S. M. Nikolskij // Elementy linejnoy algebry i analiticheskoj geometrii: ucheb. dlya vuzov. - М.: Nauka, 1988. 224 s.

3. Goryachkin, V. P. Sobranie sochinenij v trex tomax. T. 3. / V. P. Goryachkin // М.: Kolos, 1965. – 384 s.

4. Golitsyn, A. S. Obosnovanie geometricheskoj formy rabochix organov dlya izmelchatelya dlinnostebelnyx kormov / A. S. Golitsyn // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sb. st. po materialam XI Vseros. konf. molodyx uchenyx, posvyashhennoj 95-letiyu Kubanskogo GAU i 80-letiyu so dnya obrazovaniya Krasnodarskogo kraja (29–30 noyabrya 2017 g.). – Краснодар : KubGAU, 2017. S. 345-346.

5. Efimov, N. V. Kratkij kurs analiticheskoj geometrii/ N. V. Efimov // - М.: Fizmatgiz, 1963. - 272 s.

6. Kuceev, V. V. K voprosu o svojstvax geometricheskoj formy rabochix organov selskoxozyajstvennyx mashin / V.V. Kuceev // Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii «Zelenaya revolyuciya P.P. Lukyanenko». Krasnodar: «Sovetskaya Kuban», 2001. - S. 261-269.

7. Pat. 144351 Rossijskaya Federaciya, MPK B02C 4/02. Shreder / V. V. Kuceev, A. A. Tituchenko, A. S. Golitsyn; zayavitel i patentoobladatel FGBOU VPO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». №2014108270/15; zayavl. 04.03.2014; opubl. 20.08.2014; byul. №23.

8. Pat. 172239 Rossijskaya Federaciya, MPK A01F 29/00. Izmelchitel kormov / V. M. Korotkin, V. V. Kuceev, E. E. Samurganov, A. S. Golitsyn, A. V. Korotkin; zayavitel i patentoobladatel Sbytovoj selskoxozyajstvennyj potrebitelskij kooperativ kukuruzokalibrovochnyj zavod «Kuban». № 2016133448; zayavl. 15.08.2016; opubl. 03.07.2017; byul. №19.