

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

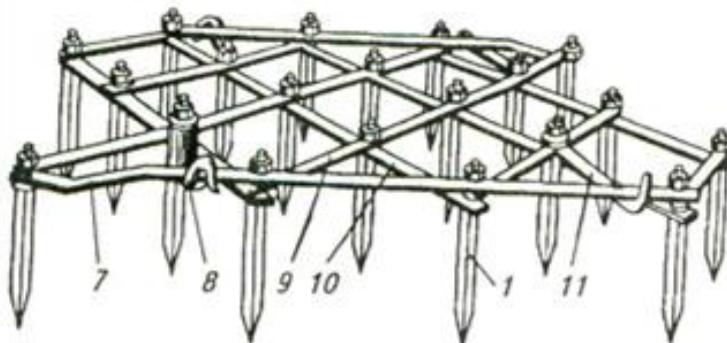
Инженерно-технологический институт

Кафедра технических систем в агробизнесе,  
природообустройстве и дорожном строительстве

**Кузнецов В.В.**

## **Проектирование звена зубовой борона**

Методическое пособие и рабочая тетрадь  
к практическому занятию  
по дисциплине «Сельскохозяйственные машины»  
для студентов ВУЗов очного и заочного обучения  
по направлению бакалавриат 35.03.06 «Агроинженерия»,  
профиль образовательной программы «Технические системы  
в агробизнесе»



Брянск 2018

УДК 631.313. 2 (076)

ББК 40.722

К 89

**Кузнецов, В. В. Проектирование звена зубовой бороны:** учебно-методическое пособие и рабочая тетрадь / В. В. Кузнецов. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 16 с.

Методическое пособие в форме рабочей тетради к практическому занятию «Проектирование звена зубовой бороны» по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» для студентов ВУЗов очного и заочного обучения по направлению бакалавриат 35.03.06 «Агроинженерия», профиль образовательной программы «Технические системы в агробизнесе» помогает студенту получить практические навыки по компетенциям ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-8 рабочего плана дисциплины.

Рецензент: к.т.н., доцент С. И. Будко

*Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института от 21.02.2018 года, протокол №7.*

© Брянская ГАУ, 2018

© Кузнецов В.В., 2018

## Проектирование звена зубовой бороны

**Цель работы.** Проанализировать исходные данные, приобрести навыки проектирования звена зубовой бороны типа «зигзаг», исследовать качество её технологического процесса и методы подготовки к профессиональной эксплуатации.

### Теоретическая часть

Зубовыми боронами обрабатывают почву на глубину 2...12 см. Диаметр комков почвы после обработки должен быть не более 5 см., глубина борозд – 3...4 см.

В зависимости от назначения операции боронования (для рыхления почвы после вспашки или культивации, разрушения глыб и корки, уничтожения сорняков, а также заделки семян и удобрений при разбросном посеве и т.д.) и типа почвы применяют лёгкие, средние и тяжёлые бороны.

Зубья на таких боронах расположены таким образом, чтобы каждый зуб проделывал свою борозду на расстоянии 20...50 мм.

Основные параметры зубовых борон приведены в таблице 1.

При расстановке зубьев на раме бороны необходимо учитывать следующие требования:

- каждый зуб должен проводить самостоятельно бороздку;
- бороздки по всей ширине захвата должны находиться на равных друг от друга расстояниях;
- для обеспечения устойчивого хода бороны сила тяги должна проходить через след центра тяжести.

### Практическая часть

**Содержание работы.** Проанализировать исходные данные для построения схемы зубового поля бороны в соответствии с заданным вариантом.

Спроектировать звено зубовой бороны типа «зигзаг» по индивидуальному варианту, определить форму рамы, конструктивные размеры бороны и схему действующих сил.

Таблица 1 - Основные параметры зубовых борон

Тип борон	Междурядье, а, мм	Глубина хода а <sub>1</sub> , мм	Нагрузка на 1 зуб, q, Н	Тяговое сопротивление на 1 зуб Р <sub>0</sub> , Н	Расстояние между рядами зубьев, мм		Длина зуба, мм	Сечение зуба
					hh <sub>1</sub>			
Тяжёлые	55-70	70-120	18-25	45-55	300-450	150-300	155-250	Квадратное
Средние	45-50	45-70	14-16	22-30	250-350	150-200	110-200	Квадратное
Лёгкие	25-40	22-45	7-12	12-18	200-300	100-200	100-110	Круглое

На основе полученной схемы сил определить фактическую заглубляющую силу, приходящуюся на один зуб бороны.

В составе звена решить приведенную в настоящем пособии задачу.

Подготовить ответы на приведенные вопросы.

Защитить работу на следующем практическом занятии.

**Исходные данные.** *a*- ширина междурядья, *M*- число поперечных планок, *N* - число продольных планок, *K* - число ходов основного винта, *h*- расстояние между поперечными планками, *q* - нагрузка на один зуб, *P*<sub>0</sub> -тяговое сопротивление одного зуба, *l*- длина зуба. Варианты исходных данных приведены в таблице 2.

**Порядок выполнения работы.** Приведенные выше требования к размещению зубьев могут быть выполнены при размещении их на развёртке многоходового винта (основного и дополнительного в точках перенесения винтовых линий с образующими цилиндра, расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга).

Таблица 2 - Варианты заданий

№п/п	Тип боронь	$K$	$M$	$N$	$h$ , мм	$a$ , мм	$q$ , Н	$P_0$ , Н	$l$ , мм
1	Лёгкая	3	5	4	200	25	9	12	120
2	Лёгкая	2	5	5	300	35	8	10	100
3	Тяжёлая	3	5	5	325	50	16	45	150
4	Тяжёлая	2	5	4	375	60	20	50	200
5	Средняя	3	5	5	250	40	12	22	140
6	Средняя	2	5	4	275	45	15	25	175
7	Лёгкая	3	5	6	300	25	7	12	125
8	Лёгкая	2	5	6	275	30	8	15	150
9	Средняя	3	5	5	275	40	14	24	175
10	Средняя	2	5	4	300	50	13	25	200
11	Тяжёлая	3	5	4	450	75	20	45	250
12	Тяжёлая	2	5	5	400	70	18	47	275
13	Лёгкая	3	5	6	300	30	9	15	125
14	Лёгкая	2	5	5	250	25	10	15	100
15	Средняя	3	5	5	350	45	13	21	125
16	Тяжёлая	2	5	5	400	55	20	45	300
17	Тяжёлая	3	5	4	450	70	17	48	250
18	Лёгкая	2	5	6	275	25	8	12	120
19	Лёгкая	3	5	5	225	30	10	14	125
20	Тяжёлая	2	5	4	425	60	16	45	250
21	Тяжёлая	3	5	5	400	55	18	49	225
22	Средняя	2	5	6	325	50	15	24	175
23	Средняя	3	5	5	300	40	14	23	200
24	Лёгкая	2	5	6	300	25	6	11	130
25	Лёгкая	3	5	5	250	30	7	14	140
26	Тяжёлая	3	7	5	400	50	20	45	200
27	Тяжёлая	5	7	4	350	60	18	50	225
28	Лёгкая	4	7	6	250	25	7	12	125
29	Лёгкая	2	7	5	275	30	9	15	150
30	Средняя	3	7	6	250	40	12	20	150

Схема построения зубового поля бороны приведена на рисунке 1.

Построение зубового поля бороны выполняют в следующей последовательности.

На листе миллиметровой бумаги формата А4 наносят образующие 1-1, 2-2 и т.д. в количестве  $(M+1)$ , расположив их на расстоянии  $h$  друг от друга.

Определяют шаг винта по формуле

$$B = M \times a, \text{ мм} \quad (1)$$

$$B =$$

- Определяют ход основного винта по формуле

$$t = e \times K, \text{ мм} \quad (2)$$

$$t =$$

Определяют число ходов дополнительного винта по формуле

$$K_1 = M - K \quad (3)$$

$$K_1 =$$

Определяют ход дополнительного винта по формуле

$$t_1 = e \times K_1, \text{ мм} \quad (4)$$

$$t_1 =$$

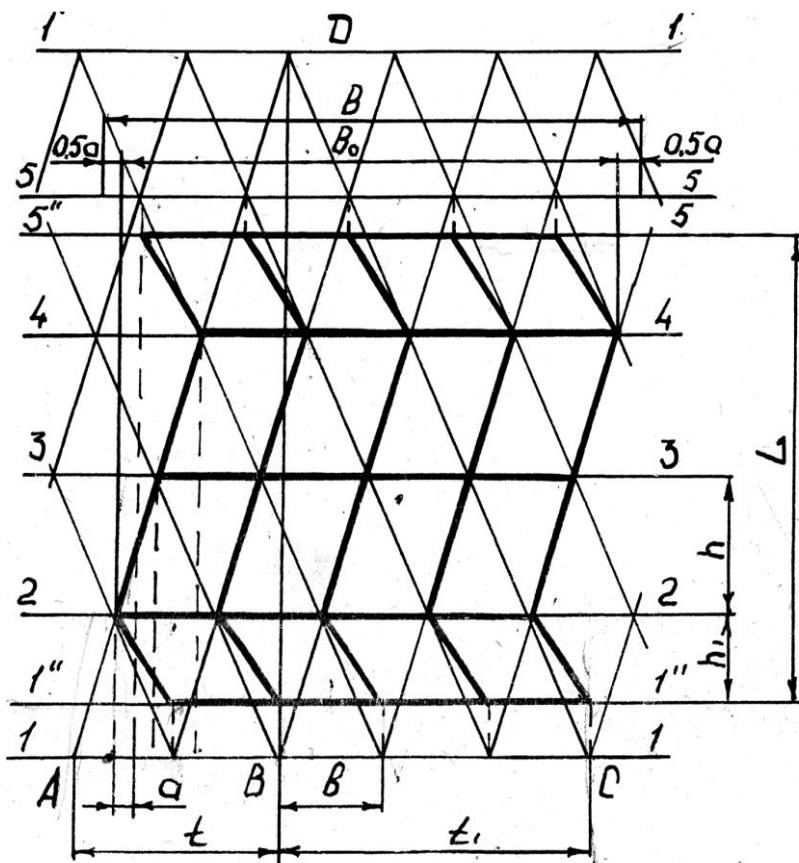


Рисунок 1 – Звено зубовой бороны.

На образующей 1-1 откладывают отрезки  $AB = t$  и  $BC = t_1$ , и делят их на соответствующее число частей, равных  $v$ .

Из точки  $B$  восстанавливают перпендикуляр  $BD$  и точку  $D$  пересечения с его образующей  $I'-I'$  соединяют с точками  $A$  и  $C$ .

Прямые  $AD$  и  $CD$  представляют развёртку винтовых линий основного и дополнительного винтов. Вправо и влево от точки  $D$  проводят ряд наклонных прямых, параллельных  $AD$  и  $CD$  и удалённых друг от друга на расстояние  $v$ . Общая ширина зубового поля при этом должна быть не менее  $(N+1)$ . Зубовое поле, по-

строенное на  $M+1$  образующих, представляет полную развёртку винта, в которой верхняя образующая  $1'-1'$  повторяет  $1-1$ . Поэтому  $M$  планок должны быть расположены на  $M$  образующих.

Строят контур звена бороны, располагая среднюю часть продольных зигзагообразных планок между 2-й и 4-й образующими вдоль развёртки винта с меньшим ходом. Крайние части продольных планок должны быть расположены вдоль развёртки винта с большим ходом.

Для проверки правильности выбора формы звена необходимо спроектировать на образующую  $1-1$  все точки пересечения поперечных планок с одной из продольных, т. е. точки, в которых должны быть укреплены зубья бороны. Если по одному следу проходит только один зуб и все бороздки удалены на одинаковое расстояние, равные между собой  $a$ , то форма звена соответствует поставленным требованиям.

Зубья на крайних поперечных планках меньше склонны к забиванию растительными остатками. Поэтому для уменьшения габаритов бороны, они могут быть приближены к средним до расстояния  $h_1$ , (см. таблицу 1). Для этого необходимо провести дополнительные образующие  $1''-1''$  и  $5''-5''$  на расстоянии  $h_1$  (рисунки 1) и спроектировать на них точки расположения зубьев с 1-й и 5-й образующих. Таким образом, зубья, расположенные на крайних планках, оказываются смещёнными с развёртки винтовой линии.

Определяют конструктивные размеры звена. Ширину захвата звена бороны определяют по формуле

$$B_0 = (Z-1) \times a \quad (5)$$

где  $Z$  – число зубьев.

$$B_0 =$$

$$Z = M \times N \quad (6)$$

$$Z =$$

Ширину захвата  $B$  бороны определяют по формуле

$$B = B_0 + a \quad (7)$$

$$B =$$

Длину  $L$  звена бороны определяют по формуле

$$L = \frac{h + h_1}{2} (M - 1) \quad (8)$$

$$L =$$

Для устойчивого хода необходимо, чтобы линия тяги проходила через след центра тяжести бороны (рис. 2), это обеспечивается при соблюдении условия

$$\alpha = \arctg (2 l / L) \quad (9)$$

$$\alpha =$$

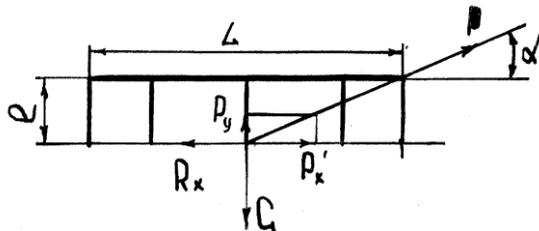


Рисунок 2 – Схема сил, действующих на звено бороны



---

---

---

---

---

### **Задача 1**

Определите, будет ли двигаться устойчиво зубовая борна, если длина зубьев  $l$  равна 120 мм, длина звена 1000 мм, угол наклона присоединительного поводка к горизонту –  $30^0$ .

### **Решение задачи**

## Задача 2

Определить ширину захвата, построить зубовое поле борона типа зигзаг при следующих условиях: число планок  $M = 5$ , число ходов винта  $K = 4$ , междурядье  $a = 22$  мм, длина борона  $L = 650$  мм, число продольных зигзагообразных планок  $N = 5$ .

### Решение задачи

### Содержание отчёта

Отчёт должен включать:

- содержание работы;
- исходные данные с указанием варианта;
- расчёты необходимые для проектирования звена;
- схему зубового поля борона, и схему действия сил оформленные на миллиметровой бумаге в соответствии с (рис. 1) и (рис. 2);
- определение основных параметров звена борона ( $B_0, B, \alpha, G$ ).
- решение задачи.

## Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию зубовых борон по назначению.
2. Приведите классификацию зубовых борон по нагрузке на зуб.
3. Как должны располагаться на почве следы зубьев борон относительно друг друга?
4. Как должна проходить сила тяги зубовой бороны?
5. Почему расстояние между предпоследними и последними планками зубовой бороны может быть уменьшено?
6. В каком случае продольные планки зубовой бороны должны иметь наклон вправо?
6. В каком случае продольные планки зубовой бороны должны иметь наклон влево?
8. По какой формуле определяют шаг винта развёртки зубового поля бороны?
9. По какой формуле определяют ход основного винта развёртки зубового поля бороны?
10. По какой формуле определяют число ходов дополнительного винта развёртки зубового поля бороны?
11. По какой формуле определяют вес зубовой бороны для достижения требуемой нагрузки на зуб?
12. В каких точках развёртки располагают зубья бороны?
13. По какой формуле определяют ширину захвата звена зубовой бороны?

## Список литературы

1. Кленин Н.И., Киселев С.Н. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. М.: КолосС, 2008.
2. Гаврилов К.Л. Тракторы и сельскохозяйственные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт: учеб. пособие. Пермь: Звезда, 2010.
3. Халанский В.М., Горбачёв И.В. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. СПб.: ООО Квадро, 2014.
4. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов. СПб.: Проспект Науки, 2011.
5. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник задач и тестов: учебное пособие. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. 100 с.
6. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник лекций по дисциплине: методическое пособие. Ч. 1. Брянск: Изд.-во Брянский ГАУ, 2018. 145 с.

Вариант \_\_\_\_\_

Работу выполнил:  
студент группы \_\_\_\_\_

---

Работу принял:  
Дата \_\_\_\_\_



Учебное издание

Владимир Васильевич Кузнецов

**Проектирование звена зубовой борона**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
И РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 26.03.2018 г. Формат 60x84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 0,93. Тираж 25 экз. Изд. № 5606.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ