

ФГОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»

Инженерно-технологический факультет

Кафедра сельскохозяйственных, мелиоративных и строительных машин

Кузнецов В.В.

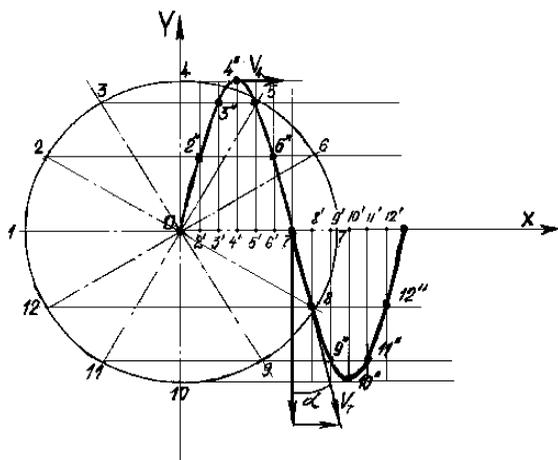
Рабочая тетрадь

## Расчёт вибробороны

Методическое указание для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальностям

110301 – «Механизация сельского хозяйства» и

110304 – «Технология обслуживания и ремонт машин в АПК»



Брянск 2010

УДК 631.3(076.5)

ББК 40.72я73

К-89

Кузнецов, В.В. Расчёт вибробороны. Рабочая тетрадь: Методическое указание / В.В. Кузнецов.- Брянск.: Изд-во БГСХА, 2010. – 12 с.

Методическое указание в форме рабочей тетради охватывает весь комплекс изучаемых теоретических вопросов к практическому занятию “Расчёт вибробороны” по дисциплине “Теория и расчёт сельскохозяйственных машин” для студентов, обучающихся по специальности 110301 – “Механизация сельского хозяйства” и по дисциплине “Машины и оборудование в растениеводстве” для студентов, специальности 110304 – “Технология обслуживания и ремонт машин в АПК.” Содержащийся в методическом указании материал позволяет студенту решить поставленные задачи без использования дополнительной литературы.

Рецензент: к.т.н., доцент В.М. Кузюр

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического факультета от 16.06.2010 г. , протокол №28.

© Кузнецов В.В., 2010

© Брянская ГСХА, 2010

## Работа 3

### Расчёт вибробороны

**Цель работы.** Освоить методику определения кинематических и силовых параметров вибробороны.

#### Теоретическая часть

Рабочими органами вибробороны являются обычно поперечные брусья с зубьями. Они перемещаются вперёд со скоростью  $V_m$  и совершают при этом поперечные колебания с частотой  $\omega$ . При этом брусья устанавливают последовательно в два следа и приводят в движение кривошипно-шатунным механизмом. Движения зубьев переднего и заднего брусьев синхронизированы и сдвинуты по фазе на угол  $\pi/2$ , а вся борона состоит к тому же из правой и левой секций, движение которых сдвинуто по фазе на угол  $\pi$ .

Траектория движения зуба представляет собой синусоиду и описывается системой уравнений

$$\begin{cases} X = V_m t \\ Y = R \sin \omega t \end{cases} \quad (1)$$

где  $R$ - радиус кривошипа, м.

Скорость зуба в абсолютном движении складывается из скорости поступательного перемещения и скорости поперечного колебания и выражается формулой

$$V = \sqrt{V_m^2 + R^2 \omega^2 \cos^2 \omega t}, \text{ м/с} \quad (2)$$

Реакция почвы на движущийся в ней зуб вибробороны не является постоянной величиной, а меняется в зависимости от скорости  $V$  по закону

$$P = P_0 (1 + 0,2V), \text{ Н} \quad (3)$$

где  $P_0$ - тяговое сопротивление зуба традиционной бороны "зигзаг", Н.

Тяговое сопротивление зуба бороны является проекцией на продольное направление реакции почвы  $P$  и равно

$$P_x = P \times \sin\alpha, \text{ Н}, \quad (4)$$

где  $\alpha = \arcsin (V_m/V)$  - угол между касательной к траектории движения и направлением поперечного колебания, град.

Тяговое сопротивление можно определить по формуле

$$P_x = P \times (V_m / V) \quad (5)$$

## Практическая часть

**Содержание работы.** Построить траекторию движения зуба вибробороны, его силовые характеристики в функции угла поворота кривошипа и сравнить их с силовой характеристикой пассивного зуба бороны.

**Исходные данные.**  $R$  – радиус кривошипа привода вибробороны;  $\omega$  - угловая скорость кривошипа;  $V_m$  – скорость движения агрегата. Варианты исходных данных приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данные

№ п/п	R, мм	$\varpi$ , 1/с	Vm, м/с	№ п/п	R, мм	$\varpi$ 1/с	Vm, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
1	100	62	1,5	38	99	56	1,8
2	80	58	1,4	39	88	60	1,7
3	105	60	1,5	40	91	61	1,6
4	110	51	1,6	41	118	49	1,8
5	75	70	1,7	42	102	57	1,6
6	65	90	1,8	43	97	59	1,7
7	100	60	1,6	44	89	54	1,6
8	95	55	1,4	45	82	68	1,9
9	98	63	1,5	46	80	70	2,0
10	120	48	1,4	47	90	60	1,8
11	115	52	1,5	48	95	57	1,6
12	116	49	1,4	49	100	60	1,7
13	99	56	1,6	50	104	60	1,6
14	88	60	1,5	51	100	64	1,5
15	91	61	1,4	52	80	60	1,4
16	118	49	1,6	53	105	62	1,5
17	102	57	1,4	54	110	63	1,6
18	97	59	1,5	55	75	72	1,7
19	89	54	1,4	56	65	92	1,9
20	82	68	1,7	57	100	63	1,6
21	80	70	1,8	58	95	57	1,4
22	90	60	1,6	59	98	65	1,5
23	95	57	1,6	60	120	50	1,4
24	100	60	1,5	61	115	54	1,5
25	104	60	1,4	62	116	51	1,4
26	100	62	1,7	63	99	58	1,6
27	80	58	1,6	64	88	62	1,5
28	105	60	1,7	65	91	63	1,4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
29	110	51	1,8	66	118	51	1,6
30	75	70	1,9	67	102	59	1,4
31	65	90	2,1	68	97	61	1,5
32	100	60	1,8	69	89	56	1,4
33	95	55	1,6	70	82	70	1,7
34	98	63	1,7	71	80	72	1,8
35	120	48	1,6	72	90	62	1,6
36	115	52	1,7	73	95	59	1,6

### Порядок выполнения работы

На листе координатной бумаги в масштабе 1:2 строят траекторию движения зуба виброборона (рисунок 1).

Для этого в системе координат  $XOY$  построят окружность радиуса  $R$ , с центром в точке  $O$  и разбивают её на 12 равных частей, начиная с оси координат.

Вычисляют подачу за один цикл колебания зуба по формуле:

$$S = \frac{2 \times \pi \times Vm}{\omega} \quad (6)$$

Откладывают отрезок  $S$  по оси  $X$  от точки  $O$  в выбранном

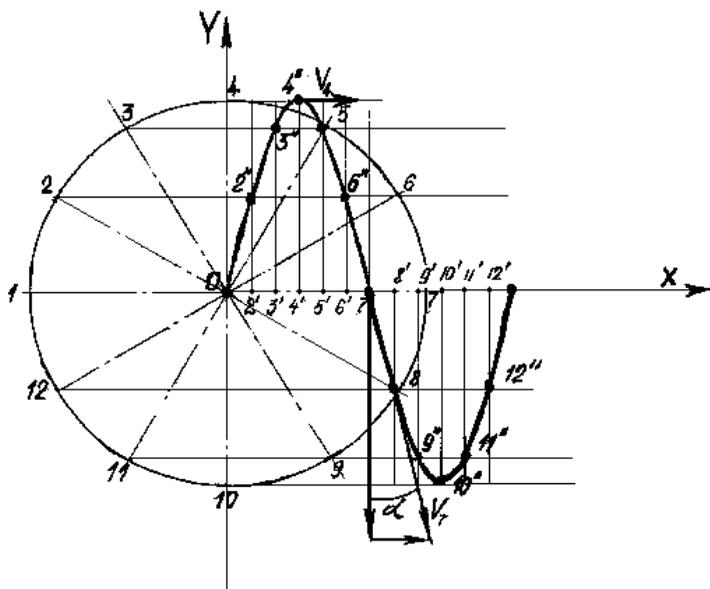


Рисунок 1 – Траектория движения зуба вибробороны

масштабе и делят его на 12 равных частей. Обозначают точки на окружности и на отрезке, как показано на рисунке 1. Из точек  $1...12$  окружности проводят линии параллельные оси  $X$ , а из точек  $1'...12'$  отрезка  $S$  – линии параллельно оси  $Y$ . Соединив точки пересечения линий, начинающихся из одноимённых точек окружности и отрезка  $S$  плавной линией, получают траекторию движения зуба вибробороны. Точки, принадлежащие траектории, обозначают  $1''...12''$ .

Строят планы скоростей для точек  $4''$  и  $7''$ , в масштабе  $1\text{см} = 1\text{м/с}$ .

Скорость поперечного колебания зубового бруса определяют по формуле

$$V_y = R \times \omega \times \cos(\omega t) \quad (7)$$

Рассчитывают основные кинематические и силовые параметры зуба вибробороны в двенадцати точках траектории его движения, результаты сводят в таблицу 2.

*Примечание:* Значение тягового сопротивления зуба бороны  $P_0$  взять из работы по построению зубового поля бороны.

Таблица 2 – Данные расчётов

Пара-метр	Точки траектории											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\omega^\circ$	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
V, м/с												
P, Н												
Px, Н												

где  $\omega^\circ = \omega \times t$ .

По приведенным в таблице значениям построить график изменения тягового сопротивления вибробороны в функции угла поворота кривошипа (рис. 2) для переднего 1 и заднего 2 брусьев, с учётом сдвига по фазе между ними, равного  $\pi/2$ .

Строят график 3 изменения суммарного значения тягового усилия, суммируя графики 1 и 2. находят среднее значение тягового усилия 4 и сопоставляют его с тяговым усилием зубовой бороны с пассивными зубьями и тем же удельным сопротивлением, приходящимся на зуб. Считать, что два суммируемых зуба вибробороны перекрывают зону действия четырёх зубьев пассивной бороны, т.е.

$$P' = 4P_0 \quad (8)$$

Проводят на графике линию, характеризующую  $P'$ .  
Масштаб построения по оси  $X$  -  $1\text{см} = 30^\circ$ ; по оси  $Y$  -  $1\text{см} = 5\text{ Н}$ .

Определяют сколько % от тягового сопротивления пассивной бороны составляет тяговое сопротивление вибробороны.

### Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- наименование, цель, номер варианта и исходные данные работы;
- все предусмотренные в работе расчёты;
- приведенные на рисунках 1 и 2 построения, выполненные по исходным данным варианта;
- выводы.

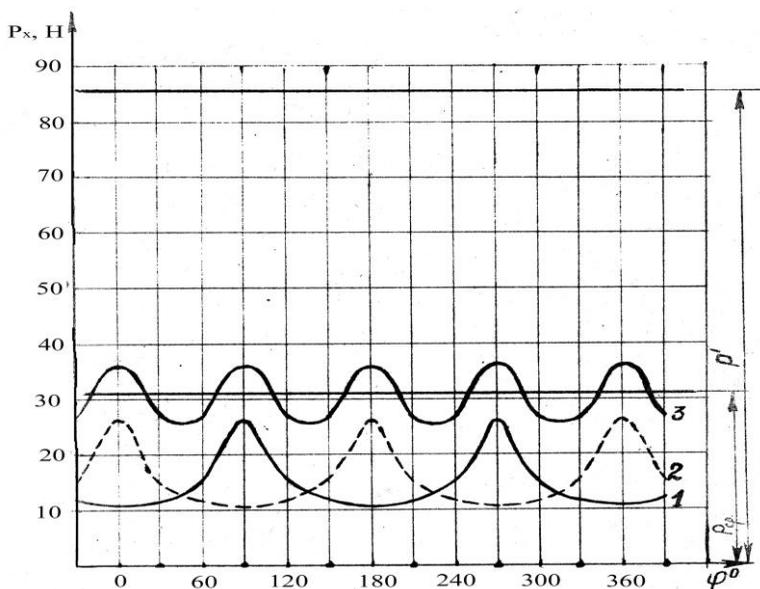


Рисунок 2 – Силовые характеристики зубьев вибробороны.

## Контрольные вопросы

1. В каком положении кривошипа тяговое сопротивление зуба вибробороны является максимальным?

2. Почему среднее тяговое сопротивление зуба вибробороны меньше, чем у зуба обычной зубовой бороны?

3. Напишите формулы для определения координат положения зуба вибробороны в произвольный момент времени.

4. В каком положении кривошипа тяговое сопротивление зуба вибробороны является минимальным?

5. Почему секции вибробороны движутся в противофазах?

6. Напишите формулу для определения скорости поперечного колебания зуба вибробороны

7. По какой траектории движется зубья вибробороны?

8. По какому закону меняется реакция почвы на движущийся в ней зуб вибробороны?

Вариант \_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

Работу принял:

\_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Кузнецов Владимир Васильевич

Рабочая тетрадь

## **Расчет вибробороны**

Методическое указание для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальностям  
110301 – “Механизация сельского хозяйства” и  
110304 – “Технология обслуживания и ремонт машин в АПК”

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 23.08.2010. Формат 60x84. 1/16.  
Бумага печатная. Усл.п.л. 0,70. Тираж 100 экз. Изд. № 1740.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, п. Кокино, БГСХА