

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Инженерно-технологический институт

Кафедра технических систем в агробизнесе,  
природообустройстве и дорожном строительстве

**Кузнецов В.В.**

### **Определение основных параметров мотовила**

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 631.354.2.028 (076)

ББК 40.728

К 89

Кузнецов, В. В. **Определение основных параметров мотвила:** 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.*

© Кузнецов В.В., 2018

© Брянская ГАУ, 2018

## Определение основных параметров мотвила

**Цель работы.** Проанализировать исходные данные. Приобрести навыки исследования процесса совместного взаимодействия со срезаемыми растениями. Исследовать зависимость показателей работы мотвила от его конструктивных и кинематических параметров. Обосновать диапазон регулировочных параметров. Исследовать качество технологического процесса работы мотвила и режущего аппарата и методы подготовки к профессиональной эксплуатации.

### Теоретическая часть

Основная функция мотвила - подводить стебли к режущему аппарату в момент их среза и удерживать при срезе. Качество работы мотвила зависит в основном от следующих его параметров: окружной скорости конца планки, радиуса, установки центра мотвила по высоте, шага и выноса оси мотвила вперед относительно режущего аппарата. Выбор этих параметров определяется свойствами и состоянием стеблестоя.

Основным показателем оценки качества работы мотвила считают коэффициент воздействия мотвила на стебли (коэффициент полезного действия мотвила).

Окружная скорость мотвила должна быть выше поступательной скорости машины и определяется из формулы

$$U = \lambda V_M \quad (1)$$

где  $U$  - окружная скорость планки, м/с;

$V_M$  - скорость машины, м/с;

$\lambda$  - показатель кинематического режима мотвила.

Величина  $\lambda$  наиболее часто применяется в пределах 1,4... 1,9 и зависит от состояния стеблестоя и скорости машины. При увеличении скорости машины  $\lambda$  уменьшают.

Чтобы срезанные стебли не переваливались через планки мотовила вперед, последние должны, в момент среза, находится выше центра тяжести срезанной части стебля. Из этого условия радиус мотовила определяется по формуле:

$$R \leq \frac{l_c^2}{1,6(1 + l_{cp})(1 - \frac{1}{\lambda})} \quad (2)$$

где  $l_{cp}$  - длина срезаемой части стебля, м;

$l_c$  - средняя длина растений на поле, м.

С целью обеспечения нормальной работы мотовила на стеблестое различной длины высота установки центра мотовила относительно режущего аппарата должна регулироваться в пределах от  $H_{min}$  до  $H_{max}$ , величина которых определяется по формулам

$$H_{min} = l_{min} - h_{min} + \frac{R}{\lambda_{max}} \quad (3)$$

$$H_{max} = l_{max} - h_{max} + \frac{R}{\lambda_{min}} \quad (4)$$

где  $H$  - высота центра мотовила, м;

$l_{min}$  и  $l_{max}$  - минимальная и максимальная высота стеблестоя, м;

$h_{min}$  и  $h_{max}$  - минимальная и максимальная высота среза, м.

Величина перемещения оси мотовила по вертикали, которую должен обеспечивать регулировочный механизм, определяется как

$$H_p = H_{\max} - H_{\min} \quad (5)$$

Шагом планки мотовила называют путь машины за время поворота мотовила на угол между двумя соседними планками и определяют его по формуле

$$X_z = \frac{2\pi R}{\lambda z} \quad (6)$$

где  $z$  - число планок мотовила.

Степенью воздействия на стебли, или коэффициентом полезного действия мотовила, принято называть величину отношения количества стеблей, срезаемых при воздействии планки, к общему количеству стеблей, срезаемых ножом за то же время. Легко показать, что этот коэффициент равен отношению ширины  $\Delta X$  полосы стеблей, которые срезают нож при воздействии одной планки, к шагу планки мотовила, т. е.

$$\eta_1 = \frac{\Delta X}{X_z} \quad (7)$$

На редком прямостоящем стеблестое  $\Delta X$  равна теоретической ширине полосы стеблей, захватываемых одной планкой. При густом и длинном стеблестое  $\sigma_1' > \sigma_1$  за счет взаимодействия стеблей, поэтому:

$$\sigma_1' = \sigma_1 \cdot \varepsilon \quad (8)$$

и  $\Delta X' > \Delta X$

где  $\varepsilon$  - коэффициент, учитывающий взаимодействие стеблей ( $\varepsilon = 1, 0 \dots 1, 7$ ).

Коэффициент воздействия мотвила на стебли повышается с увеличением выноса  $b$  мотвила вперед относительно режущего аппарата, однако это имеет место лишь до определенного значения  $b_{max}$ , после которого воздействие планок на стебли прекращается до подхода к ним режущего аппарата. С учетом вышеизложенного, коэффициент воздействия мотвила определяется по формулам

$$\eta_1' = \frac{\varepsilon \cdot z}{2\pi} \left( \arcsin \frac{1}{\lambda} + \sqrt{\lambda^2 - 1} - \frac{\pi}{2} + \lambda \frac{b}{R} - \arcsin \frac{b}{R} \right) \quad (9)$$

Если  $b \neq 0$ , то

$$\sigma_1'' = \frac{R}{\lambda} \left( \Delta\varphi_2 - \arcsin \frac{b}{R} \right)$$

$$\eta_1'' = \frac{z}{2\pi} \left( \Delta\varphi_2 - \arcsin \frac{b}{R} \right) \quad (10)$$

Примечание: при выполнении расчетов максимальное и минимальное значения высоты стеблей, высоты установки ножа принять

$$l_{\max, \min} = l_c \pm (0,2 - 0,3), \text{ м}; \quad (11)$$

$$h_{\max, \min} = h_{cp} \pm 0,05, \text{ м}; \quad (12)$$

$$\lambda_{\max, \min} = \lambda_{cp} \pm 0,2 \quad (13)$$

## Практическая часть

**Содержание работы.** Исходя из заданных условий работы, определить основные параметры мотовила, построить траекторию планки мотовила и подсчитать показатели эффективности воздействия мотовила на стебли.

**Исходные данные.** Варианты исходных данных приведены в таблице 1, где  $l_c$  - средняя высота стеблестоя;  $h_{cp}$  - средняя высота среза;  $\lambda_{cp}$  - среднее значение отношения окружной скорости планки к скорости машины;  $z$  - количество планок мотовила и  $\varepsilon$  - коэффициент, учитывающий взаимодействие стеблей при их подводе к режущему аппарату.

### Порядок выполнения работы

Используя формулу (1), определяют окружную скорость планки мотовила.

$$U =$$

Определяют радиус мотовила по выражению (2).

$$R \leq \frac{l_c^2}{1,6(1+l_{cp})(1-\frac{1}{\lambda})} =$$

Расчетное значение радиуса округляют до сотых единиц в меньшую сторону.

Определяют пределы установки мотовила по высоте, используя формулы (3) и (4).

Таблица 1 - Исходные данные по вариантам

№ п.п	$l_c$ , м	$h_{cp}$ , м	$V_{Mb}$ , м/с	$\lambda_{cp}$ ,	$z$	$\varepsilon$	№ п.п	$l_c$ , м	$h_{cp}$ , м	$V_{Mb}$ , м/с	$\lambda_{cp}$ ,	$z$	$\varepsilon$
1	0,85	0,12	0,65	1,50	5	1,0	24	0,9	0,14	1,75	1,52	6	1,5
2	0,85	0,14	0,70	1,52	6	1,1	25	0,9	0,12	1,80	1,54	5	1,4
3	0,85	0,16	0,75	1,54	5	1,2	26	0,8	0,10	1,85	1,50	6	1,3
4	0,85	0,18	0,80	1,56	6	1,3	27	0,8	0,12	1,80	1,48	5	1,2
5	0,85	0,20	0,85	1,58	5	1,4	28	0,8	0,14	1,75	1,46	6	1,1
6	0,8	0,10	0,90	1,60	6	1,5	29	0,8	0,16	1,70	1,42	5	1,0
7	0,8	0,12	1,00	1,58	5	1,6	30	0,8	0,18	1,65	1,44	6	1,1
8	0,8	0,14	1,05	1,56	6	1,7	31	0,7	0,20	1,60	1,46	5	1,2
9	0,8	0,16	1,10	1,54	5	1,6	32	0,7	0,18	1,55	1,48	6	1,3
10	0,8	0,18	1,15	1,52	6	1,5	33	0,7	0,16	1,50	1,50	5	1,4
11	0,95	0,20	1,20	1,50	5	1,4	34	0,7	0,14	1,45	1,52	6	1,5
12	0,9	0,18	1,25	1,52	6	1,3	35	0,7	0,12	1,40	1,54	5	1,6
13	0,9	0,16	1,30	1,54	5	1,2	36	0,7	0,10	1,35	1,56	6	1,7
14	0,9	0,14	1,30	1,56	6	1Д	37	0,7	0,12	1,30	1,58	5	1,6
15	0,9	0,12	1,35	1,58	5	1,0	38	0,75	0,14	1,25	1,60	6	1,5
16	0,8	0,10	1,40	1,60	6	1,1	39	0,75	0,16	1,20	1,62	5	1,4
17	0,85	0,12	1,45	1,62	5	1,2	40	0,75	0,18	1,15	1,64	6	1,3
18	0,85	0,14	1,50	1,64	6	1,3	41	0,85	0,20	1,10	1,62	5	1,2
19	0,85	0,16	1,55	1,66	5	1,4	42	0,85	0,18	1,05	1,64	6	1,1
20	0,85	0,18	1,60	1,60	6	1,5	43	0,85	0,16	1,00	1,66	5	1,0
21	0,9	0,20	1,65	1,58	5	1,6	44	0,85	0,14	0,95	1,68	6	1,2
22	0,9	0,18	0,95	1,56	6	1,7	45	0,85	0,12	0,90	1,70	5	1,3
23	0,9	0,16	1,70	1,54	5	1,6	46	0,75	0,10	0,85	1,60	6	1,4



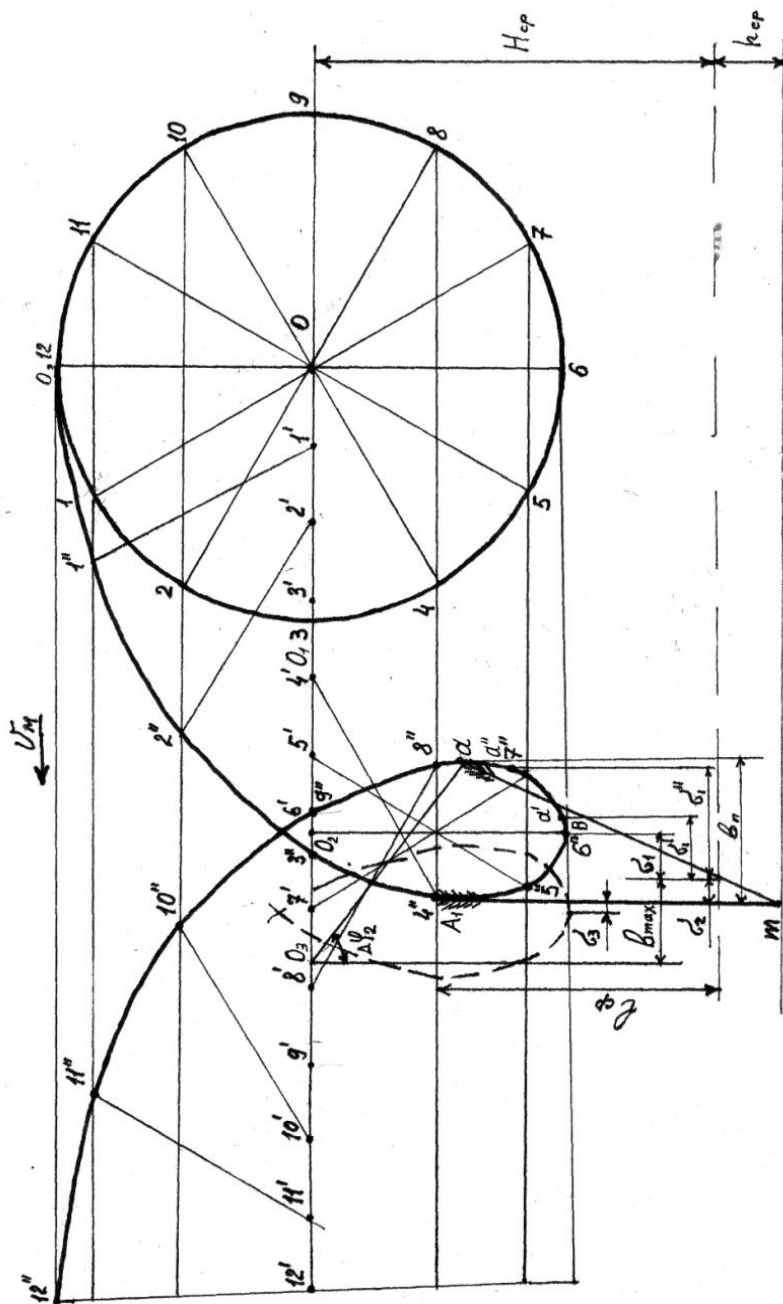


Рисунок 1 – Схема построения совместной работы мотовила и режущего аппарата

$$H_{\min} = l_{\min} - h_{\min} + \frac{R}{\lambda_{\max}} =$$

$$H_{\max} = l_{\max} - h_{\max} + \frac{R}{\lambda_{\min}} =$$

где  $l_{\min} =$

$$l_{\max} =$$

$$h_{\min} =$$

$$h_{\max} =$$

$$\lambda_{\min} = \lambda_{cp} - 0,2 =$$

$$\lambda_{\max} = \lambda_{cp} + 0,2 =$$

Величину хода регулировочного механизма определяют по формулам (5).

$$H_p = H_{\max} - H_{\min} =$$

Строят на координатной бумаге (формат А4) траекторию конца планки мотовила, для чего:

- в выбранном масштабе радиусом  $R$  проводят окружность (рис. 1) и делят ее на равные части (не менее 12). Полученные точки обозначают цифрами 0, 1, 2, 3, 4 и т. д. и соединяют их с центром окружности. В результате получают положения луча планки через равные промежутки времени;

- определяют время одного оборота мотовила по формуле

$$T = \frac{2\pi R}{U}, \quad (14)$$

$$T =$$

- по формуле

$$X_T = \frac{2\pi R}{\lambda} \quad (15)$$

определяют путь машины за один оборот мотовила, в масштабе откладывают его от центра окружности и делят на столько же частей, что и окружность, пронумеровав полученные точки 1', 2', 3', 4' и т.д.;

$$X_T =$$

- из точек 0, 1, 2, 3 и т.д. проводят прямые линии, параллельные направлению движения машины, затем из точек 0', 1', 2' и т.д. радиусом  $R$  делают засечки на соответствующих прямых, проведенных из точек 0, 1, 2, 3 и т.д.;

- полученные методом засечек точки нумеруют 0'', 1'', 2'' и т.д., соединив их плавной кривой, которая будет представлять траекторию движения планки.

Определяют теоретическую ширину  $b_n$  полосы стеблей, захватываемых одной планкой, для чего:

- отмечают на петле траектории точку  $A_1$ , соответствующую положению конца планки в момент вхождения ее в хлебную массу (горизонтальная скорость планки в этот момент равна нулю);

— из точки  $A_I$  откладывают вниз вертикальный отрезок  $A_I m$ , равный в выбранном масштабе средней длине стеблей  $l_c$ , и из нижней точки отрезка проводят горизонтальную линию, соответствующую поверхности поля, от которой откладывают в масштабе отрезок  $h_{cp}$  и проводят горизонтальную пунктирную линию, соответствующую уровню движения режущего аппарата над почвой;

- из точки  $m$  радиусом  $l_c$  проводят дугу и обозначают на второй ветви петли точку  $a$ , соответствующую выходу планки из стеблестоя. Соединяют точку  $m$  с точкой  $a$ , определив тем самым крайнее положение стебля в момент окончания воздействия на него планки;

- из точки  $a$  радиусом  $R$  делают засечку на линии движения центра мотовила, обозначив полученную точку  $O_3$  и соединяют ее с точкой  $a$ . Отрезок  $aO_3$  определяет положение радиуса в момент окончания среза;

- на полученной схеме с учетом масштаба определяют теоретическую ширину  $\Delta X$  полосы стеблей, срезаемых при воздействии планки, и вынос  $b_{max}$  мотовила относительно режущего аппарата.

$$\Delta X =$$

$$b_{max} =$$

Используя формулы 6 и 7, определяют коэффициент  $\eta_1$  воздействия мотовила на стебли.

Вычисляют значение  $\eta_1'$  по формуле (9) и  $\eta_1''$  по формуле (10).

$$\eta_1' =$$

$$\eta_1'' =$$

**Содержание отчёта.** Отчёт должен содержать:

- наименование, исходные данные, цель и содержание работы;
- необходимые формулы и расчеты;
- траекторию движения планки мотовила и схему воздействия ее на стебли, вычерченную на координатной бумаге формата А4, аналогично рисунку 1.

## **Выводы**

---

---

---

---

---

---

### **Задача № 1**

Определите требуемый диапазон регулирования вала мотовила зерноуборочного комбайна СК-5 Нива по высоте, если средняя длина убираемых растений  $l_{i\text{ ср}} = 0,85$  м, средняя высота установки режущего аппарата  $h_{i\text{ ср}} = 0,12$  м, угловая скорость мотовила  $\omega = 4,5 \text{ с}^{-1}$ , средняя скорость движения комбайна  $V_{\text{м}} = 1,7$  м/с.

### **Решение задачи №1**

### **Задача № 2**

Определить максимальную хорду петли, если радиус мотовила 700 мм, частота вращения мотовила 30 мин<sup>-1</sup>, скорость машины  $v = 7,2$  км/ч.

## Решение задачи №2

### Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняют планки мотовила.
2. Нарисуйте вид траекторий движения планки мотовила при  $\lambda < 1$ ,  $\lambda > 1$  и  $\lambda = 1$ .
3. Выведите с использованием схемы выражение для определения радиуса мотовила.
4. Из каких соображений обосновывается радиус мотовила.
5. Укажите с использованием схемы, на каком участке траектории планка способна отклонять стебли навстречу режущему аппарату.
6. Обоснуйте с использованием схемы выражение для определения рациональной высоты установки мотовила.
7. Из каких соображений обосновывается высота установки мотовила.
8. Покажите схематически границы участков  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ .
9. Докажите, что коэффициент полезности мотовила всегда меньше единицы.
10. Охарактеризуйте влияние загущённости посевов и выноса мотовила на эффективность его работы.
11. Охарактеризуйте известные Вам кинематические схемы мотовила.
12. На какие виды потерь урожая влияют параметры и режимы работы мотовила.
13. Обоснуйте условие отсутствия опрокидывания срезанных стеблей через планку мотовила.

## 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

**Определение основных параметров мотoviла**

**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. № 5614.

---

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