

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра сельскохозяйственных машин

В. И. Ходосевич, Г. А. Радишевский, А. В. Кузьмицкий

МАШИНЫ И ОРУДИЯ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

*Практикум для выполнения лабораторных работ
студентами по специальностям:*

*1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов
сельскохозяйственного производства,*

*1-36 12 01 Проектирование и производство
сельскохозяйственной техники,*

*1-74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство
в сельском хозяйстве*

Минск
БГАТУ
2010

УДК 631.31 (07)
ББК 40.722 я 7
МЗ8

*Рекомендовано научно-методическим советом
агротехнического факультета БГАТУ.
Протокол № 17 от 22 июня 2009 г.*

Рецензенты:

зав лабораторией почвообработки и посева

НПЦ НАН Беларуси по МСХ, кандидат технических наук

Н. Д. Лепешкин;

доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ,
кандидат технических наук *В. Д. Лабодаев*

**Машины и орудия для дополнительной обработки
МЗ8 почвы:** практикум / В. И. Ходосевич, Г. В. Радишевский,
А. В. Кузьмицкий. – Минск: БГАТУ, 2010. – 40 с.
ISBN 978-985-519-251-1.

УДК 631.31 (07)
ББК 40.722 я 7

ISBN 978-985-519-251-1

© БГАТУ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа № 1 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ЗУБОВОЙ БОРОНОЙ.	5
Лабораторная работа № 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ДИСКОВЫМ ОРУДИЕМ.	14
Лабораторная работа № 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПАРОВЫМ КУЛЬТИВАТОРОМ.	23
Лабораторная работа № 4 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАБОТЫ ФРЕЗЫ.	30

ВВЕДЕНИЕ

Земледелие – древнейшее занятие человечества. Связанные с ним орудия труда развивались и совершенствовались веками. На основе результатов исследований возникла система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства, учитывающая природно-климатические условия Республики Беларусь.

В связи с этим возрастает роль и значение инженера сельскохозяйственного производства. Для рациональной организации инженерно-технической службы он должен знать не только конструкцию сельскохозяйственных машин, но и теорию рабочих процессов – взаимодействие рабочих органов с обрабатываемым материалом.

Возрастает роль инженеров в решении практических задач по применению сельскохозяйственных машин и, в частности, машин для дополнительной обработки почвы.

В практикум включены четыре работы: «Исследование процесса обработки почвы зубовой бороной», «Исследование процесса обработки почвы дисковыми орудиями», «Исследование процесса обработки почвы паровым культиватором» и «Анализ технологического процесса работы фрезы»

Все перечисленные работы соответствуют учебным программам по специальностям 1-74 06 01, 1-36 12 01 и 1-74 06 03, окажут практическую помощь будущему инженеру сельскохозяйственного производства в настройке почвообрабатывающих машин на заданные режимы работы в зависимости от условий эксплуатации.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ЗУБОВОЙ БОРОНОЙ

Цель работы: построить схему звена зубовой бороны, определить величину и направление силы тяги. Провести экспериментальную проверку результатов расчетов.

Содержание работы

1. Определить параметры звена зубовой бороны в зависимости от типа обрабатываемой почвы.
2. В заданном масштабе построить звено зубовой бороны.
3. Определить направление линии тяги из условия обеспечения устойчивости хода звена в вертикальной плоскости.
4. Расчетное значение величины тяги сравнить с экспериментальным значением.

Оборудование, приборы, инструменты: секция зубовой бороны, почвенный канал, измерительный комплекс PC Messlektronik «Spider 8», уровень, мерительные линейки.

Литература

1. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины / Н. И. Кленин, С. Н. Киселев, А. Г. Левшин. – М.: Колос, 2008. – 816 с.: ил.
2. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные мелиоративные машины / Н. И. Кленин, В. А. Сакун. – М.: Колос, 1994. – 562 с.
3. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машин. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров/ Н. И. Кленин, В. А. Сакун. – М.: Колос, 1980. – 345 с.
4. Практикум по сельскохозяйственным машинам : для с.-х вузов по спец. «Механизация сел. хоз-ва» / И. Р. Размыслович [и др.]; под. общ. ред. И. Р. Размысловича. – Минск: Ураджай, 1997.– 386 с.

Порядок и методика выполнения работы

1. Теоретическая часть

Зубовая борона является орудием дополнительной (поверхностной) обработки почвы и должна удовлетворять следующим требованиям:

- расстояние между следами зубьев должны быть одинаковыми по всей ширине захвата;
- каждый зуб должен идти по одному следу;
- пространство между зубьями не должно забиваться сорняками и крупными комками;
- звено бороны должно иметь устойчивый ход в горизонтальной и вертикальной плоскости.

При расположении зубьев на одной поперечной планке (рисунок 1) на расстоянии a требования относительно одинакового расстояния между следами и прохождения каждого зуба по одному следу будут выполняться, однако пространство между зубьями может забиваться растительными остатками и почвой.

Для устранения этого недостатка зубья необходимо разместить на нескольких поперечных планках, смещая их на каждой последующей планке на расстояние a , пока расстояние b между зубьями на одной планке не будет достаточным для выполнения условия незабиваемости.

Прямые AC и BD наклонены под углом α к поперечным планкам и могут рассматриваться как развертки винтовых линий. Исходя из того, что каждый зуб должен делать самостоятельную бороздку, принимаем количество поперечных планок равным M .

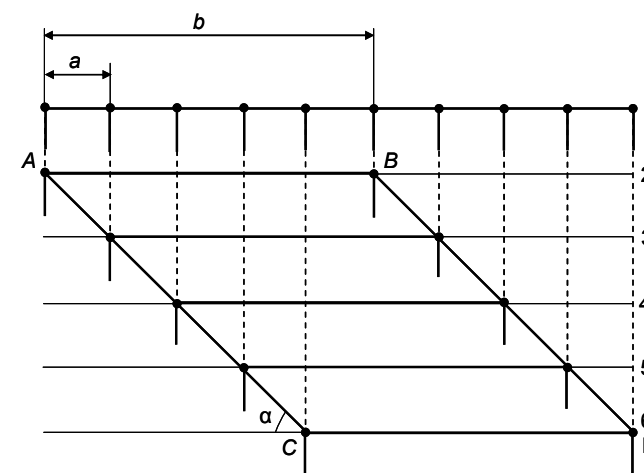


Рисунок 1. Варианты расположения зубьев на одной или нескольких поперечных планках звена бороны

Если принять форму звена бороны в виде трапеции (см. рисунок 1), то предъявляемые требования к качеству его работы (кроме обеспечения устойчивости хода звена в горизонтальной плоскости) будут выполняться.

С целью уравнивания звена в горизонтальной плоскости используется зигзагообразная форма рамы, позволяющая уравновесить реакцию R_6' двумя реакциями R_6'' (рисунок 2).

Загибы переднего и заднего концов планок представляют собой развертку многоходового винта обратного вращения, поэтому зубья следует располагать на совмещенной развертке обоих винтов – основного (правого) и дополнительного (левого). При этом пересечения наклонных линий разверток обоих винтов должны проходить через одни и те же точки на поперечных планках.

2. Последовательность выполнения работы

Определить параметры звена бороны (исходные данные приведены в таблице 2):

– расстояние b (шаг винтовой линии) между зубьями на одной поперечной планке:

$$b = M a, \quad (1)$$

где M – количество поперечных планок;

a – расстояние между соседними следами зубьев;

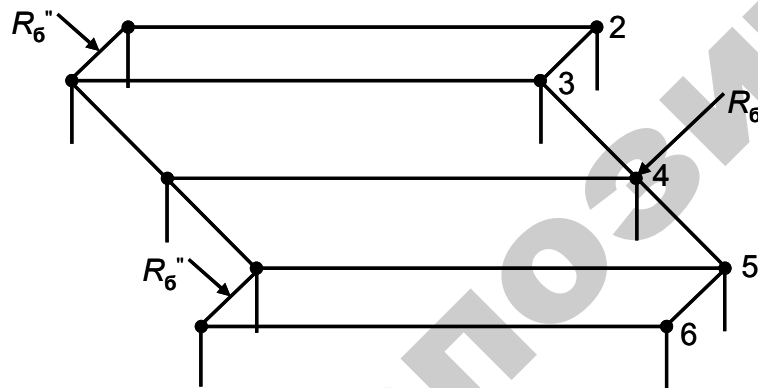


Рисунок 2. Силы, действующие на звено бороны зигзагообразной формы в горизонтальной плоскости

– ход основного винта:

$$t = K b, \quad (2)$$

где K – число ходов основного винта;

– число ходов дополнительного винта:

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

– ход дополнительного винта:

$$t_1 = K_1 b, \quad (4)$$

где K_1 – число ходов дополнительного винта.

Расстояния между следами зубьев звена будут одинаковыми (отсутствуют пропуски, по каждому следу будет идти только один зуб) при $M = K_1 + K$ и M не должно быть кратно K и K_1 .

Вычертить зубовое поле звена бороны в следующей последовательности:

– провести $M + 1$ горизонтальных линий (образующих цилиндра) на расстоянии h в выбранном масштабе (рисунок 3);

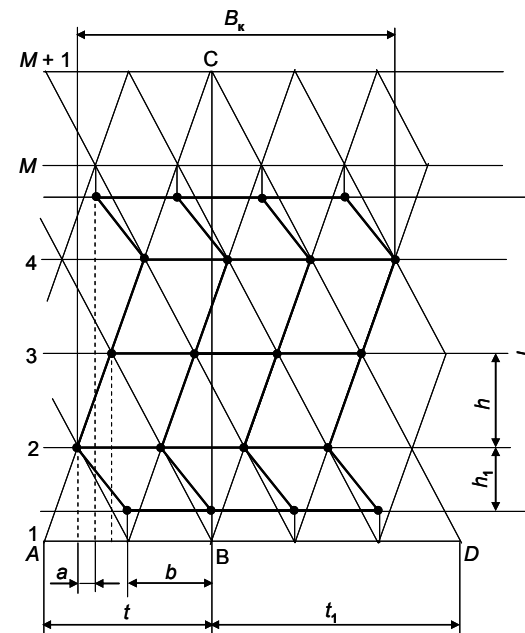


Рисунок 3. Схема звена зубовой бороны

– на первой образующей выбрать точку A и отложить отрезок AB , равный ходу винта t , и разделить его на K отрезков, равных шагу b ;

– из точки B провести прямую линию перпендикулярную к образующим до пересечения с образующей $M+1$ и обозначить точкой C ;

– провести прямую линию AC , которая является разверткой винтовой линии основного винта, и на расстоянии b провести ряд прямых линий, параллельных AC ;

– отложить K_1 шагов винтовой линии от точки B и отметить точку D , при этом расстояние BD должно быть равно ходу t_1 дополнительного винта;

– провести наклонную прямую DC и затем с шагом b провести ряд прямых линий, параллельных DC .

Условием правильности построения является пересечение разверток винтовых линий основного и дополнительного винта на поперечных планках (образующих винта).

Выбрать контур звена бороны и проверить на отсутствие пропусков между следами зубьев: наметить контур продольных (зигзагообразных) планок таким образом, чтобы точки их пересечения с поперечными планками проектировались на первую образующую на расстоянии a друг от друга без пропусков. Для пятипланчатого звена бороны это условие выполняется, если средняя часть зигзагообразной планки будет проходить по разверткам винтовых линий с меньшим ходом (составляющих с поперечными планками больший угол). Для семипланчатого звена бороны может быть несколько вариантов изгиба продольных планок: изгиб на каждой поперечной планке или методом подбора выбрать другие варианты.

С целью уменьшения вероятности забивания растительными остатками крайних планок бороны и уменьшения габаритов бороны их необходимо располагать на расстоянии h_1 и для этого:

– провести на расстоянии h_1 от второй и предпоследней планок прямые линии;

– спроектировать на эти прямые точки пересечения винтовых линий с первой и с последней планки;

– провести зигзагообразные планки и, соединив их поперечными планками, закончить построение контура звена бороны.

Точность построения проверяют, спроектировав следы зубьев звена на нижнюю поперечную планку – расстояние a между проекциями следов зубьев должно быть одинаково.

Габаритные параметры звена бороны:

– число зубьев:

$$z = M N, \quad (5)$$

где N – количество продольных (зигзагообразных) планок;

– конструктивная ширина захвата

$$B_k = a(z - 1); \quad (6)$$

– рабочая ширина захвата

$$B_p = z a; \quad (7)$$

– длина звена:

пятипланчатого –

$$L = 2(h + h_1); \quad (8)$$

семипланчатого –

$$L = 4h + 2h_1. \quad (9)$$

Звено бороны уравновешено в продольно-вертикальной плоскости, если сила тяги P , приложенная в точке C , расположенной на половине глубины обработки a , совпадает с направлением суммарной силы сопротивления R от сил R_x и G и проходит через край бороны (рисунок 4).

Угол направления линии тяги α , обеспечивающий устойчивость звена в продольно-вертикальной плоскости:

$$\alpha = \alpha_{ном} = \arctg(2l - a) / l, \quad (10)$$

где l – длина зуба.

Вес звена бороны

$$G = q z, \quad (11)$$

где q – величина усилия, передаваемого на почву одним зубом (для легких борон 6...10, для средних – 12...15, тяжелых – 16...20 Н/зуб).

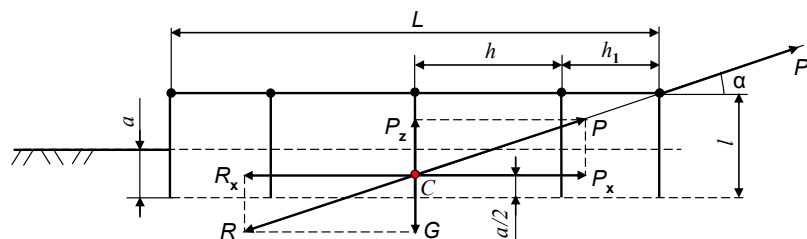


Рисунок 4. Силы, действующие на звено бороны в продольно-вертикальной плоскости

Тяговое сопротивление звена (горизонтальная составляющая силы P)

$$P_x = k z, \quad (12)$$

где k – величина тягового сопротивления, передаваемого на почву одним зубом (для легких борон – 10...15, для средних – 20...25, тяжелых – 40...50 Н/зуб).

Сила тяги

$$P \approx P_x / \cos \alpha_{\text{ном}}. \quad (13)$$

3. Определение экспериментальных данных

Для определения показателей работы бороны в почвенном канале:

- навесить борону на навесное устройство;
- установить угол линии тяги $\alpha_{\text{ном}}$ согласно расчету, при этом борона должна находиться параллельно почве;
- снять агротехнические показатели и измерить тяговое сопротивление P при $\alpha_{\text{ном}}$, $\alpha_1 > \alpha_{\text{ном}}$ и $\alpha_2 < \alpha_{\text{ном}}$.

Сравнить полученные результаты расчетов и построений с результатами измерений и сделать вывод о влиянии угла тяги на тяговое сопротивление и агротехнические показатели.

Результаты расчетов и эксперимента внести в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов и измерений

Показатели	$\alpha_{\text{ном}}$		$\alpha_1 > \alpha_{\text{ном}}$			$\alpha_2 < \alpha_{\text{ном}}$			
	Расчет.	Эксперимент. Текущ	Сред.	Расчет.	Эксперимент. Текущ	Сред.	Расчет.	Эксперимент. Текущ	Сред.
Сила тяги									
Глубина хода передних зубьев									
Глубина хода задних зубьев									

Содержание отчета

Название и цель работы.

Краткое изложение теоретических вопросов.

Исходные данные (таблица 3).

Результаты расчетов, схемы звена бороны и сил, действующих на звено бороны в вертикальной плоскости.

Результаты экспериментальных исследований.

Анализ результатов расчетов и экспериментальных измерений.

Таблица 3 – Варианты исходных данных

Номер вар.	Параметры звена зубовой бороны									
	Тип бороны	M , шт	K , шт	N , шт	a , мм	h , мм	h_1 , мм	q , Н/зуб	k , Н/зуб	l , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Легкая	5	3	4	30	150	100	6,0	10,0	120
2	Средняя	5	2	5	40	220	120	12,0	21,5	100
3	Тяжелая	5	3	6	50	250	150	16,5	40,0	150
4	Средняя	5	3	4	45	250	150	13,0	22,5	140
5	Легкая	5	2	5	35	180	100	7,0	11,0	130
6	Средняя	5	2	4	50	250	160	14,0	23,5	175
7	Тяжелая	5	3	5	60	350	200	18,5	42,0	230
8	Легкая	5	2	6	30	200	120	8,0	12,0	129
9	Тяжелая	5	3	4	65	400	250	19,5	43,0	225
10	Средняя	5	2	5	50	220	120	15,0	24,5	170

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	Тяжелая	5	3	4	70	350	220	20,0	44,0	250
12	Средняя	5	2	5	45	250	160	14,5	24,0	190
13	Легкая	5	2	4	35	200	100	10,0	13,0	110
14	Средняя	5	3	5	40	250	150	13,5	23,0	200
15	Тяжелая	5	2	6	80	250	160	10,0	46,0	180
16	Легкая	5	3	5	30	180	180	9,0	14,0	125
17	Средняя	5	2	6	50	250	170	12,8	21,0	210
18	Тяжелая	5	3	4	75	300	150	17,0	47,0	200
19	Легкая	5	3	6	35	160	90	7,5	15,0	130
20	Средняя	5	3	4	45	250	160	14,2	23,6	150
21	Тяжелая	5	2	5	70	350	220	16,0	48,0	170
22	Легкая	5	2	6	30	160	100	8,5	14,0	150
23	Тяжелая	5	2	4	65	400	260	16,4	49,0	200
24	Средняя	5	3	5	40	250	170	12,6	22,8	475
25	Тяжелая	7	3	6	60	350	220	17,2	45,0	150
26	Легкая	5	2	6	35	160	110	6,5	13,0	135
27	Тяжелая	7	2	6	55	300	150	17,5	41,0	200
28	Средняя	7	2	4	45	220	140	12,5	22,0	190
29	Тяжелая	7	3	6	75	300	150	19,0	45,0	150
30	Средняя	7	4	5	50	250	150	13,5	22,4	140

Лабораторная работа № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ДИСКОВЫМ ОРУДИЕМ

Цель работы: определить влияние угла атаки на агротехнические показатели обработки почвы, тяговое сопротивление дискового орудия. Провести экспериментальную проверку результатов расчетов.

Содержание работы

1. Определить аналитически угол атаки дискового орудия по исходным данным.
2. Вычертить горизонтальную и поперечно-вертикальную проекции дискового орудия.
3. Определить высоту гребней, величину перекрытия и выбрать уточненное значение угла атаки, соответствующее конструкции орудия.
4. Определить тяговое сопротивление диска и общее тяговое сопротивление дискового орудия.
5. Провести экспериментальную проверку результатов расчетов.

Оборудование, приборы, инструмент: секция бороны, почвенный канал, измерительный комплекс PC Messlektronik «Spider 8», уровень, мерительные линейки.

Литература

1. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины / Н. И. Кленин, С. Н. Киселев, А. Г. Левшин. — М.: Колос, 2008. — 816 с.: ил.
2. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные мелиоративные машины / Н. И. Кленин, В. А. Сакун. — М.: Колос, 1994. — 562 с.
3. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров / Н. И. Кленин, В. А. Сакун. — М.: Колос, 1980. — 345 с.
4. Практикум по сельскохозяйственным машинам: для с.-х вузов по спец. «Механизация сел. хоз-ва»/ И. Р. Размыслович [и др.]; под. общ. ред. И. Р. Размысловича. — Минск: Ураджай, 1997. — 386 с.

Порядок и методика выполнения работы

1. Теоретическая часть

Дисковые лущильники применяются для лущения стерни на глубину до 10 см.

Дисковые бороны используют для разделки задернелых пластов и глыб после основной обработки почвы на глубину до 15 см.

Батареи дисковых лущильников устанавливаются в один ряд (рисунок 1), а батареи дисковых борон – в 2 ряда со смещением на половину расстояния между дисками.

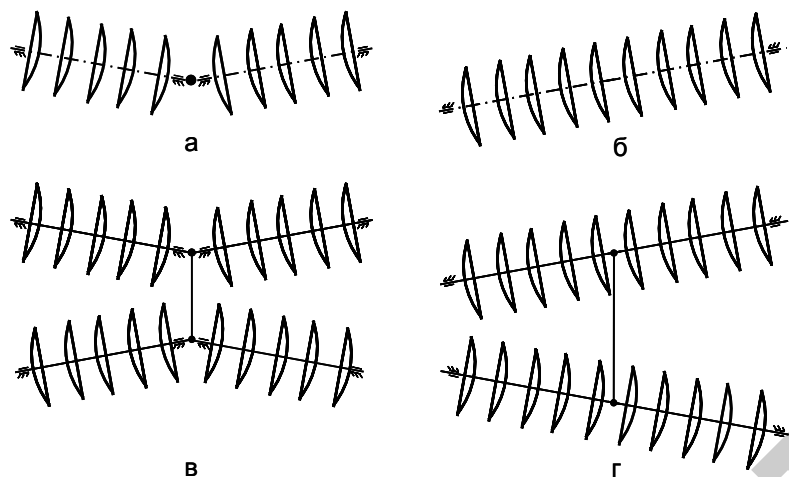


Рисунок 1. Схемы размещения батарей на дисковых орудиях:
а, б — лущильники; в, г — дисковые бороны

Угол между направлением движения орудия и плоскостью расположения лезвий дисков α называется углом атаки (рисунок 2).

Для лущильников $\alpha = 20 \dots 35^\circ$, для дисковых борон $\alpha = 8 \dots 24^\circ$. От величины этого угла зависит глубина a и качество обработки, которое по агротехническим требованиям оценивается высотой h гребней, образуемых между проходами двух соседних дисков. Для лущильников $h \leq 0,5 a$, для борон $h \leq 0,4 a$.

Высота h гребней зависит от диаметра D диска, расстояния b между дисками и угла α атаки. Диаметр диска и расстояние между

дисками постоянные. Угол α атаки – изменяемый, его значение влияет на высоту гребней h .

2. Последовательность выполнения работы

Определить параметры расстановки дисков при однорядном их расположении в батарее (рисунок 2):

– определить расстояние S между проекциями осей симметрии соседних дисков (из $\Delta E_2C_1C_2$):

$$S = b \cos \alpha; \quad (1)$$

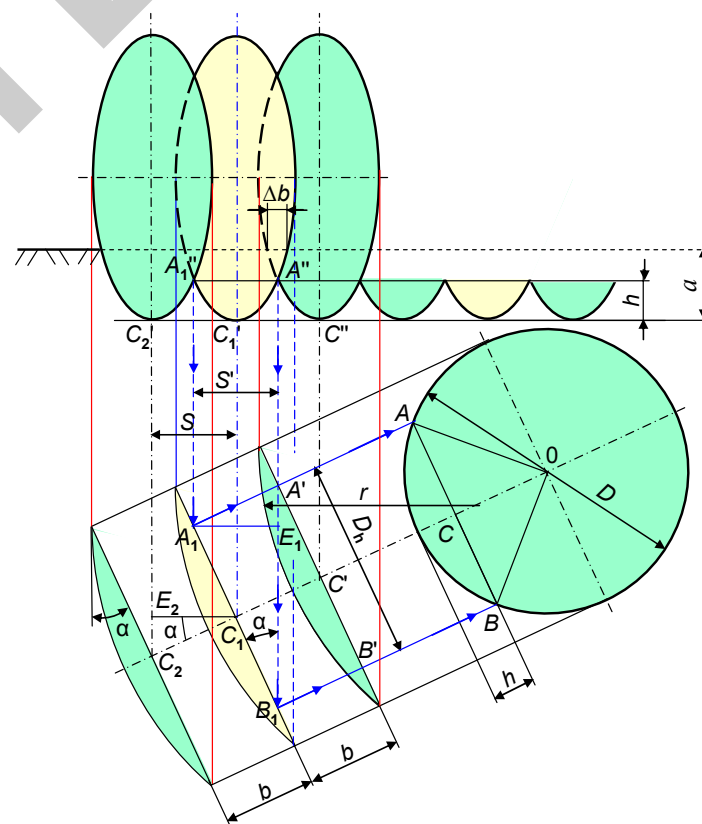


Рисунок 2. Схема расстановки дисков в батарее лущильника

– расстояние между вершинами гребней (из $\Delta A_1B_1E_1$):

$$S' = D_h \sin \alpha. \quad (2)$$

Учитывая, что $S = S'$, расстояние между дисками

$$b = D_h \operatorname{tg} \alpha, \quad (3)$$

где D_h – длина хорды диска на уровне вершин гребней.

$$D_h = 2\sqrt{R^2 - (R - h)^2} = 2\sqrt{2Rh - h^2}.$$

Поэтому, при однорядном расположении дисков:

$$b = 2\sqrt{2Rh - h^2} \operatorname{tg} \alpha, \quad (4)$$

а угол атаки

$$\alpha = \operatorname{arctg} (b / 2\sqrt{2Rh - h^2}). \quad (5)$$

Параметры расстановки дисков при двухрядном их расположении в батарее (рисунок 3):

– допустимое расстояние b между дисками (в два раза больше)

$$b = 4\sqrt{2Rh - h^2} \operatorname{tg} \alpha; \quad (6)$$

– угол атаки (меньше) и определится выражением

$$\alpha = \operatorname{arctg} (b / 4\sqrt{2Rh - h^2}). \quad (7)$$

Так как $D_h = 2\sqrt{2Rh - h^2}$ и учитывая выражение (3), теоретическая высота гребней

$$h = 0,5(D - \sqrt{D^2 - b^2} \operatorname{ctg}^2 \alpha). \quad (8)$$

Расстояние между дисками в батарее из условия незаклинивания пласта должно быть $b \geq 1,5 a$.

По выражениям (5) или (7) определить угол атаки орудия, выбрав значение высоты гребней в зависимости от типа орудия, глубины обработки и в соответствии с агротехническими требованиями.

Построить в масштабе горизонтальную и поперечно-вертикальную проекции дискового орудия (луцильник – рисунок 2 или борона – рисунок 3).

Для построения горизонтальной проекции:

– в соответствии со схемой (рисунок 2 или рисунок 3) провести окружность диаметром D и ось симметрии окружности под углом α , рассчитанным по выражению 7;

– на оси симметрии отложить значение h , отметить точки A и B на окружности и провести линии параллельно оси симметрии;

– построить горизонтальную проекцию трех (рисунок 2) или двух (рисунок 3) сферических дисков с радиусом R_c сферы на расстоянии b между ними.

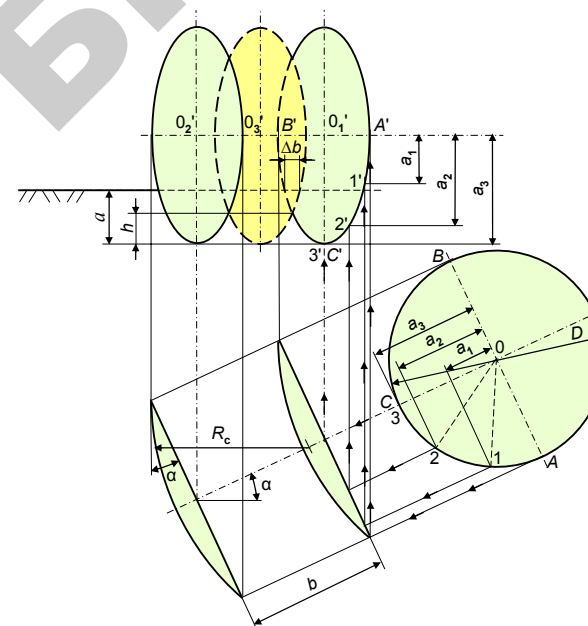


Рисунок 3. Схема расстановки дисков в батарее борона (в два ряда)

Построить поперечно-вертикальную проекцию дисков:

– разделить участок окружности AC (сектор) на равные отрезки (через 15° или 30°);

– отметить точки $A, 1, 2, 3$ и их высоты a_1, a_2, a_3 относительно центра диска;

– на поперечно-вертикальной проекции провести ось дисков, отложить от нее высоты a_1, a_2, a_3 и провести прямые;

– перенести точки 1, 2, 3 с сектора окружности на горизонтальную, затем на поперечно-вертикальную проекции (последовательность переноса показана стрелками) и получить точки 1' 2', 3';

– соединить точки 1', 2', 3' плавной кривой, вырезать из плотной бумаги шаблон этой кривой и построить поперечно-вертикальные проекции дисков (рисунки 2 и 3).

Если в варианте дискового орудия – борона, то между дисками, обозначенными на поперечно-вертикальной проекции сплошными линиями, наносят контуры дисков второго ряда (штриховые линии) (рисунок 3).

Провести на поперечно-вертикальной проекции линию поверхности поля (рисунки 2 и 3), отложив от дна борозды глубину a обработки. Определить теоретическую величину перекрытия Δb дисков, высоту h гребней и их соответствие агротехническим требованиям, уточнить значения угла α атаки в соответствии с конструкцией орудия (для дисковых борон – 8, 12, 16, 20, 24°; для луцильников – 20, 25, 30, 35°).

Определить тяговое сопротивление одного диска и общее тяговое сопротивление дискового орудия, для чего:

– на поперечно-вертикальной проекции (рисунок 4) отметить участок поперечного сечения пласта, обрабатываемого одним диском, и перенести на миллиметровую бумагу;

– определить площадь F и тяговое сопротивление R_x одного диска

$$R_x = k F, \quad (8)$$

где k – удельное сопротивление почвы, $(2...4)10^{-2}$ МПа при работе на старопашотных почвах (легкие условия) и $(4...8)10^{-2}$ МПа при работе на тяжелых задернелых почвах (большее значения коэффициента k соответствует большим углам атаки α);

– силы, действующие на диск:

– поперечно-горизонтальную

$$R_y = R_x / \operatorname{tg} \delta; \quad (9)$$

– поперечно-вертикальную

$$R_z = R_y \operatorname{tg} \psi = (R_x \operatorname{tg} \psi) / \operatorname{tg} \delta, \quad (10)$$

где n и m – экспериментальные коэффициенты ($n = 1,2...0,7$ и $m = 1,4...1,9$ для борон; $n = 0,8...0,2$ и $m = 0,2...0,8$ для луцильников);

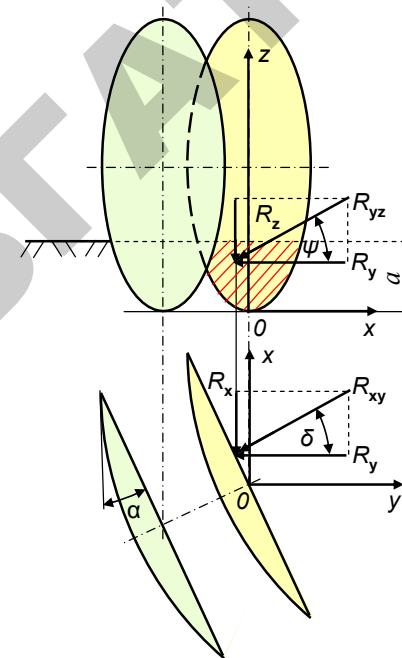


Рисунок 4. Схема действия сил на сферический диск

– определить общее тяговое сопротивление рабочих органов дискового орудия

$$R_{об} = (z Z) R_x = (z Z) k F, \quad (11)$$

где z и Z – соответственно число дисков в каждой батарее и число батарей в дисковом орудии.

3. Определение экспериментальных данных

Определить показатели работы бороны в почвенном канале:

- навесить борону на навесное устройство;
- установить заданную глубину a обработки почвы и угол α атаки;
- по длине гона в трех точках измерить высоту h гребешков, образованного между вторым и третьим дисками;
- измерить значение тягового $R_{об}$ сопротивления дискового орудия.

Результаты расчетов и эксперимента внести в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов, построений и измерений

Параметры	α°	a , см	z	h , см	$h_{ср}$, см	$R_{об}$, Н
Результаты расчетов					—	
Результаты измерений						

Содержание отчета

Название и цель работы.

Краткое изложение теоретических вопросов.

Исходные данные (таблица 2)

Результаты расчетов, построения.

Результаты экспериментальных исследований.

Анализ результатов расчетов и экспериментальных измерений.

Сравнить полученные результаты расчетов и построений с результатами измерений и сделать вывод о влиянии угла атаки на тяговое сопротивление и агротехнические показатели.

Таблица 2 – Варианты исходных данных

Номер вар.	Параметры дискового орудия							
	Тип орудия	Условия работы	D , мм	b , мм	a , см	R_c , мм	z , шт	Z , шт
1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	Луцильник	Легкие	450	150	5,0	600	10	4
2	Луцильник	Легкие	510	160	6,0	600	10	8
3	Борона	Тяжелые	510	180	5,0	600	8	8
4	Борона	Тяжелые	560	220	6,0	600	7	4
5	Борона	Тяжелые	610	230	7,0	600	8	4
6	Борона	Легкие	510	220	9,0	640	5	4
7	Борона	Тяжелые	510	240	10,0	660	7	4

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	6	7	8	9	10
8	Борона	Тяжелые	660	210	12,0	660	7	4
9	Луцильник	Легкие	510	180	7,0	630	10	4
10	Борона	Тяжелые	600	190	9,0	630	8	4
11	Борона	Тяжелые	710	230	10	630	7	4
12	Борона	Тяжелые	610	220	7,0	630	8	4
13	Борона	Тяжелые	560	220	12,0	600	8	4
14	Борона	Тяжелые	610	240	14,0	610	8	8
15	Борона	Тяжелые	660	230	15,0	620	7	8
16	Борона	Тяжелые	510	200	10,0	630	7	4
17	Борона	Тяжелые	620	220	6,0	650	7	4
18	Борона	Тяжелые	630	220	8,0	650	7	8
19	Борона	Легкие	450	200	8,0	620	5	4
20	Луцильник	Тяжелые	560	140	7,5	660	10	4
21	Луцильник	Тяжелые	450	180	6,5	600	10	8
22	Луцильник	Легкие	510	180	6,0	600	10	4
23	Борона	Тяжелые	660	195	9,0	610	8	4
24	Борона	Тяжелые	670	220	10,0	600	7	4
25	Борона	Легкие	510	195		600	5	4
26	Борона	Тяжелые	600	195	5,0	610	8	4
27	Луцильник	Легкие	610	200	5,5	620	10	8
28	Борона	Легкие	450	200	8,0	620	8	4
29	Борона	Тяжелые	600	195	6,0	600	10	4
30	Борона	Тяжелые	610	195	4,0	610	8	4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПАРОВЫМ КУЛЬТИВАТОРОМ

Цель работы: определить зону деформации почвы рыхлительной лапой, расставить лапы на раме культиватора и провести экспериментальную проверку результатов расчетов.

Содержание работы

1. Определить ширину b_p захвата рыхлительной лапы, шаг t расстановки, перекрытие, количество z лап и расстояние L между рядами лап при их расположении более, чем в один ряд.
2. Графически определить зону деформации почвы рыхлительными лапами и сравнить с результатами расчета.
3. Построить схему расстановки рыхлительных лап и зон деформации в горизонтальной плоскости.
4. Провести экспериментальные исследования.

Оборудование, приборы, инструмент: секция культиватора, почвенный канал, измерительный комплекс PC Messlektronik «Spider 8», уровень, мерительные линейки.

Литература

1. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины / Н. И. Кленин, С. Н. Киселев, А. Г. Левшин. – М.: Колос, 2008. – 816 с.: ил.
2. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные мелиоративные машины / Н. И. Кленин, В. А. Сакун. – М.: Колос, 1994. – 562 с.
3. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машин. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров / Н. И. Кленин, В. А. Сакун. – М.: Колос, 1980. – 345 с.
4. Практикум по сельскохозяйственным машинам: для с.-х вузов по спец. «Механизация сел. хоз-ва»/ И. Р. Размыслович [и др.]; под. общ. ред. И.Р. Размысловича. – Минск: Ураджай, 1997. – 386 с.

Порядок и методика выполнения работы

1. Теоретическая часть

Зона деформации почвы, обладающей свойствами пластичности, не ограничивается зоной контакта с ней рабочего органа, а распространяется вперед и в стороны на значительное расстояние. На поч-

венный пласт, движущийся по рабочей поверхности лапы, действует нормальная сила N (рисунок 1) и сила трения F_{\max} , которые в сумме дают равнодействующую, отклоненную от нормали на угол трения φ почвы о лапу.

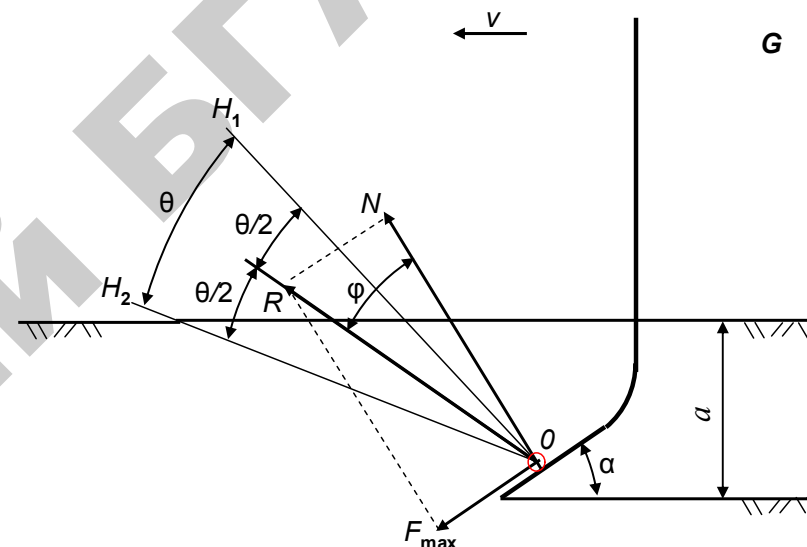


Рисунок 1. К определению направлений плоскостей H_1 и H_2 скалывания почвенного пласта в продольной плоскости G

Согласно теории наибольших касательных напряжений направления H_1 и H_2 , по которым может разрушаться пласт в результате скалывания (образуются трещины), располагаются симметрично относительно равнодействующей силы R под углом деформации θ . Значение угла θ зависит от свойств почвы и ее состояния. Зона деформации почвы распространяется вперед от дна борозды к поверхности поля.

2. Последовательность выполнения работы

Определить параметры зоны деформации почвы (рисунок 2):

– определить зону деформации l от дна борозды вперед к поверхности поля

$$l = a \operatorname{tg}(\alpha + \varphi); \quad (1)$$

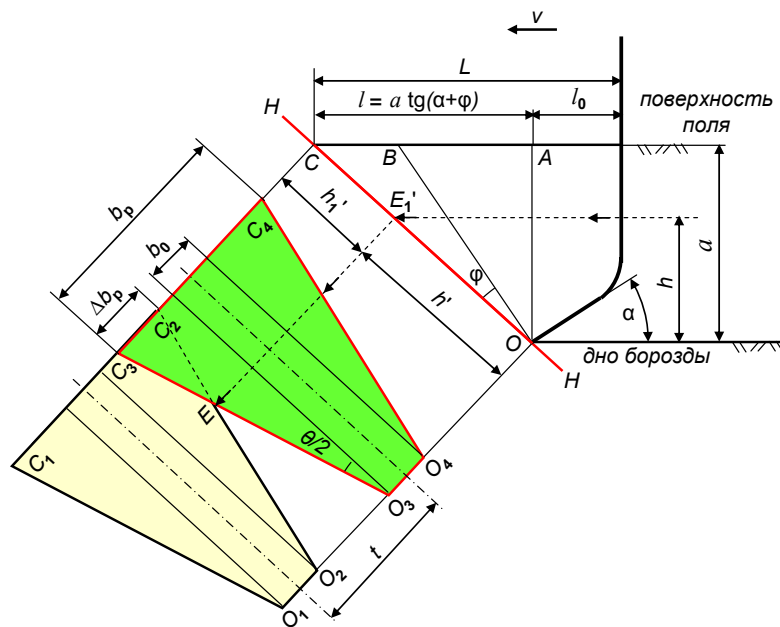


Рисунок 2. Зоны деформации почвы рыхлительными лапами культиватора в плоскости $H-H$

– ширина зоны деформации почвы b_p рыхлительной лапы в плоскости скалывания

$$b_p = b_0 + [2 a \operatorname{tg}(\theta/2)] / \cos(\alpha + \varphi), \quad (2)$$

где b_0 – конструктивная ширина лапы, мм;
 a – глубина обработки, мм;

θ – угол направления распространения зоны деформации почвы, град.;

α – угол вхождения лапы в почву.

Ширина b_p зоны деформации почвы в плоскости скалывания считается шириной захвата рыхлительной лапы, значение может быть определено и графически.

Расстановка рыхлительных лап на бруске культиватора производится с учетом перекрытия зон деформации почвы по ширине так, чтобы высота h необработанных гребней была не более $2/3a$ (рисунок 2)

$$t = b_0 + [2 h \operatorname{tg}(\theta/2)] / \cos(\alpha + \varphi); \quad (3)$$

– при $h = 2/3a$:

$$t = b_0 + [4/3 a \operatorname{tg}(\theta/2)] / \cos(\alpha + \varphi); \quad (4)$$

– перекрытие зон деформации

$$\Delta b_p = [2/3 a \operatorname{tg}(\theta/2)] / \cos(\alpha + \varphi). \quad (5)$$

При расстановке лап в 2 ряда и более уменьшается степень их забивания растительными остатками и почвой;

– расстояние L между рядами рыхлительных лап состоит из зоны продольной l деформации и выноса l_0 носка лапы относительно стойки

$$L \geq l_0 + l = l_0 + a \operatorname{tg}(\alpha + \varphi); \quad (6)$$

– количество лап

$$z = B / t, \quad (7)$$

где B – ширина захвата культиватора.

При установке лап в два ряда их общее число должно быть нечетным, во втором ряду устанавливается на одну лапу больше, чем в первом.

Определить графически ширину b_p зоны деформации почвы рыхлительной лапой, шаг расстановки лап t в поперечном направлении и величину перекрытия Δb_p зон деформации соседними лапами.

Вычертить продольно-вертикальную проекцию деформации почвы лапой, для чего:

- построить схему рыхлительных лап, установленных на глубину обработки a в выбранном масштабе (см. рисунок 2);
- построить зону $O_3C_3C_4O_4$ поперечной деформации почвы лапой в плоскости $H-H$;
- определить шаг расстановки t рыхлительных лап на раме;
- построить зону $O_1C_1C_2O_2$ деформации почвы соседней лапы по аналогии с предыдущим построением.

Уточнить необходимое количество рыхлительных лап:

- при расстановке в один ряд – округлив полученное расчетное значение z до большего целого числа;
- при расстановке в два ряда – округлив полученное расчетное значение z до большего целого нечетного числа;
- в обоих случаях уточнить шаг расстановки t и перекрытие Δb_p , исходя из принятого числа лап;

Вычертить в горизонтальной плоскости схему расстановки рыхлительных лап в один ряд (рисунок 3, а).

При установке лап в два ряда и более, в первом ряду устанавливается меньшее количество лап, а во втором – большее (рисунок 3, б); расположить второй ряд лап на расстоянии L от первого ряда.

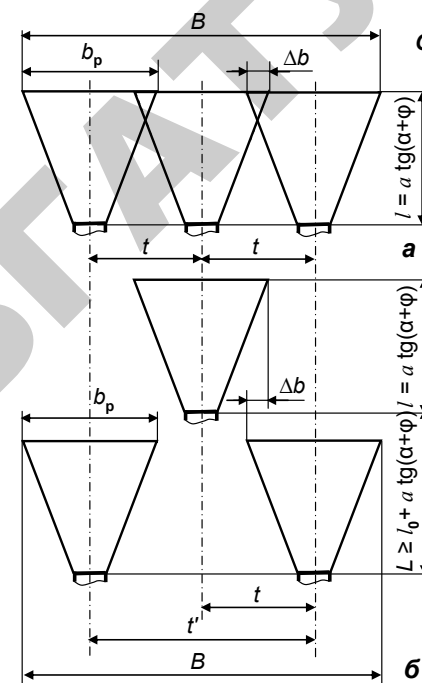


Рисунок 3. Размещение рыхлительных лап и их зон деформации в горизонтальной плоскости при сплошной обработке почвы: а – в один ряд; б – в два ряда

3. Определение экспериментальных данных

Определить показатели работы культиватора в почвенном канале:

- навесить фрагмент культиватора на навесную систему установки;
- установить заданную глубину обработки;
- после прохода замерить по длине гона в трех точках высоту гребня h , образованного между рыхлительными лапами, и ширину захвата рыхлительной лапы b_p ;
- замерить значение тягового $R_{об}$ сопротивления фрагмента культиватора.

Результаты эксперимента внести в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов и измерений

Параметры	a , см	b_p	B	h , см	$h_{ср}$, см	$R_{об}$, Н
Результаты расчетов					–	
Результаты экспериментов						

Содержание отчета

Название и цель работы.

Краткое изложение теоретических вопросов.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАБОТЫ ФРЕЗЫ

Цель работы: выяснить влияние окружной скорости фрезерного барабана и поступательной (рабочей) скорости машины на качество обработки различных типов почв и произвести экспериментальную проверку результатов расчетов.

Содержание работы

1. Определить толщину стружки, срезаемой одним ножом, и высоту гребешков.
2. Построить графически траекторию перемещения крайних точек двух соседних ножей фрезерного барабана, определить толщину стружки и сравнить с расчетной.
3. Определить теоретически энергетические показатели процесса фрезерования.
4. Провести экспериментальные исследования.

Оборудование, приборы, инструмент: фреза, почвенный канал, измерительный комплекс РС Messlektronik «Spider 8», уровень, мерительные линейки.

Литература

1. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины / Н. И. Кленин, С. Н. Киселев, А. Г. Левшин. – М.: Колос, 2008. – 816 с.: ил.
2. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные мелиоративные машины / Н. И. Кленин, В. А. Сакун. – М.: Колос, 1994. – 562 с.
3. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машин. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров / Н. И. Кленин, В. А. Сакун. – М.: Колос, 1980. – 345 с.
4. Практикум по сельскохозяйственным машинам: для с.-х вузов по спец. «Механизация сел. хоз-ва» / И. Р. Размыслович [и др.]; под общ. ред. И. Р. Размысловича. – Минск: Ураджай, 1997. – 386 с.

Варианты исходных данных (таблица 2).

Результаты расчетов, построения.

Результаты экспериментальных исследований.

Анализ результатов расчетов и экспериментальных измерений.

Сравнить полученные результаты расчетов и построений с результатами измерений и сделать вывод о влиянии глубины обработки на величину зоны деформации почвы и тяговое сопротивление.

Таблица 2 – Варианты исходных данных

Номер вар.	Исходные параметры						
	B , м	a , см	b_0 , мм	α , град	Θ , град	l_0 , мм	f
1	4	10	20	35	40	155	0,60
2	3	11	45	30	45	125	0,51
3		3	12	50	25	50	155
4	4	13	60	25	50	140	0,60
5	3	14	63	30	45	155	0,40
6	4	15	20	45	42	140	0,37
7	3	16	45	40	40	205	0,38
8	4	10	56	25	50	140	0,51
9	3	12	60	30	44	125	0,53
10	4	13	63	30	46	125	0,57
11	4	14	20	40	48	150	0,47
12	4	15	45	40	50	160	0,40
13	3	16	50	35	48	145	0,49
14	4	18	60	35	46	150	0,53
15	3	14	63	40	44	205	0,60
16	4	18	20	30	42	155	0,61
17	3	12	45	25	45	125	0,54
18	4	14	50	40	40	150	0,43
19	3	10	60	25	50	125	0,61
20	4	12	20	30	50	145	0,57
21	3	14	45	40	48	150	0,57
22	4	12	50	25	46	140	0,60
23	3	10	60	30	44	100	0,53
24	4	16	20	40	42	145	0,47
25	3	14	45	25	40	155	0,55
26	4	12	50	30	40	125	0,59
27	3	10	60	40	45	150	0,60
28	4	14	63	30	50	155	0,53

Порядок и методика выполнения работы

1. Теоретическая часть

Фрезерные почвообрабатывающие машины позволяют за один проход по полю выполнить несколько технологических операций. Они наиболее полно удовлетворяют основным агротехническим требованиям, предъявляемым к машинам при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивая тщательное рыхление почвы на глубину заделки семян и выравнивание поверхности поля. Фрезерные рабочие органы в сравнении с пассивными лучше рыхлят почву, полнее подрезают сорняки, равномернее заделывают в почву и перемешивают органические удобрения и растительные остатки.

Улучшение физико-механических показателей состояния почвы, повышение ее биологической и биохимической активности обеспечивают увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых на фрезерованных почвах. Поэтому фрезерные машины по агротехническим показателям выполнения некоторых операций имеют ряд преимуществ перед другими почвообрабатывающими орудиями.

Основные показатели качества работы (степень крошения почвы, измельчение дернины и гребнистость дна борозды) и технические данные (энергозатраты и устойчивость режимов работы) фрезерных машин зависят от кинематических и конструктивных параметров, а именно от соотношения угловой скорости вращения рабочих органов и скорости поступательного движения, от диаметра барабана, числа рабочих органов и скорости резания.

В процессе работы ножи почвенных фрез совершают вращательное и поступательное движение. Траектория движения каждой точки ножа фрезы зависит от величин окружной и поступательной скоростей. У фрез с горизонтальной осью вращения траектория движения ножей представляет собой вытянутую циклоиду (трохоиду). Траекторией движения двух последовательно работающих ножей и направлением вращения фрезы определяются размеры и форма срезаемой почвенной стружки (рисунок 1). При отрезании стружки сверху вниз (рисунок 1, а) сечение ее уменьшается: от максимума до нуля, а при обратном вращении (рисунок 1, б), наоборот, увеличивается от нуля до максимума.

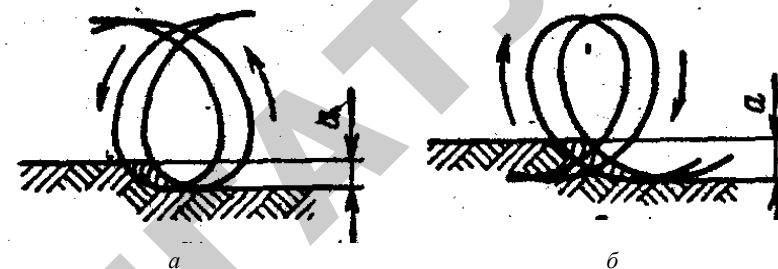


Рисунок 1. Схема образования стружки:
а – отрезание сверху вниз; б – отрезание снизу вверх

Стружка почвы снимается ножом фрезы в течение поворота на 180° , а ее сечение увеличивается от нуля до максимума, равного величине подачи на один нож фрезы, и затем вновь уменьшается до нуля.

При работе фрезерной машины каждая точка режущих элементов барабана перемещается вместе с машиной со скоростью V_m и одновременно вращается относительно оси барабана с окружной скоростью $V_{окр}$.

Скорость любой точки ножа фрезы представляет собой геометрическую сумму окружной и поступательной, скоростей этой точки (рисунок 2, а).

Проекции скоростей точки на оси координат могут быть выражены параметрическими уравнениями:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \pm V_{окр} \cos \alpha + V_n; \\ \frac{dy}{dt} &= V_{окр} \sin \alpha, \end{aligned} \quad (1)$$

где α – угол поворота точки, равный ωt ;
 ω – угловая скорость точки;
 t – время поворота точки на угол.

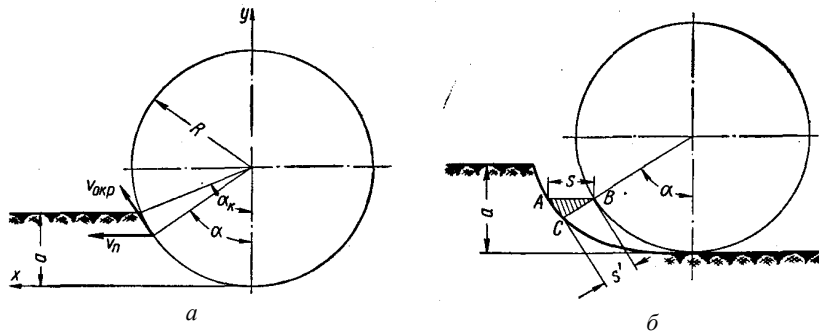


Рисунок 2. Схема для определения сечения стружки

Окружная скорость $V_{окр} = \omega t$. Знак плюс принимается при вращении рабочего органа в почву сверху вниз, знак минус – при обратном вращении.

После подстановки и преобразования уравнения (1) примут вид:

$$x = V_n t + R \cos \omega t; \quad (2)$$

$$y = R \sin \omega t, \quad (3)$$

где R – радиус барабана (расстояние от геометрической оси до конца рабочего органа);

ωt – угол поворота ножа за промежуток времени t .

Сечение стружки, срезаемой одним ножом фрезы (рисунок 2, б)

$$F = b s',$$

где b – ширина захвата одного ножа, или расстояние между соседними ножами вдоль вала фрезы;

s' – толщина стружки в исследуемом положении ножа.

Толщину стружки с достаточной точностью можно определить из треугольника ABC (рисунок 2, б):

$$S' = S \sin \alpha,$$

где s – величина подачи на один нож фрезы.

Тогда

$$F = b s \sin \alpha.$$

Так как в работе одновременно могут принимать участие несколько ножей, находящихся под различными углами, то суммарное сечение стружки, снимаемое фрезой,

$$F = b s i \sum_1^i \sin \alpha_i,$$

где i – количество одновременно работающих ножей.

В среднем за цикл количество одновременно работающих ножей

$$i = \alpha_k z / 360,$$

где α_k – угол контакта фрезы с почвой (рисунок 2, а);

z – число ножей фрезы на одном диске (правых и левых).

Угол контакта фрезы с почвой

$$\alpha_k = \arccos(1 - a/R),$$

где a – глубина фрезерования.

При обработке почвы фрезерными органами с горизонтальной осью вращения на дне борозды между траекториями двух соседних ножей образуются гребешки высотой s (рисунок 3), которая по агротехническим требованиям не должны превышать $0,2a$ (a – глубина обработки).

Теоретическую высоту гребней h можно определить по выражению

$$h = R \left[1 - \cos \left[\frac{s}{2R \left(\frac{V_n}{V_{окр}} \pm 1 \right)} \right] \right]. \quad (4)$$

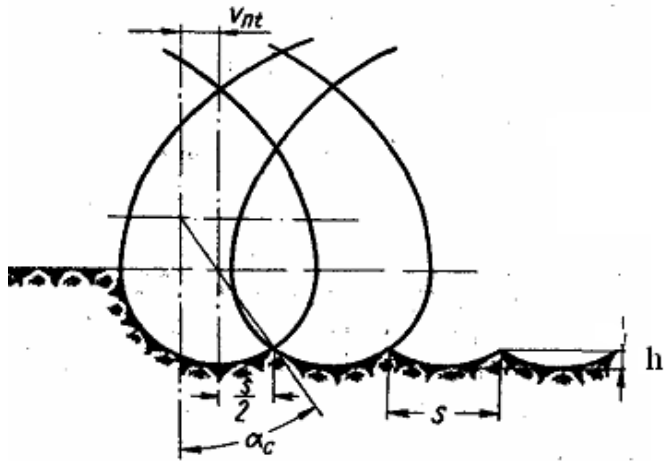


Рисунок 3. Схема для определения параметров траектории движения ножей фрезы

Показатели процесса фрезерования почвы

При работе почвенной фрезы с горизонтальной осью вращения потребная суммарная мощность на фрезерование

$$N = N_{\phi} + N_o + N_{\pi}, \quad (5)$$

где N_{ϕ} – мощность, затрачиваемая на фрезерование;

N_o – мощность, затрачиваемая на отбрасывание почвы;

N_{π} – мощность, затрачиваемая на передвижение фрезы;

Мощность, затрачиваемая на фрезерование (Вт)

$$N_{\phi} = \frac{kbsanz(V_{\text{окр}} + V_{\pi})}{V_{\pi} 60 \cdot 75}, \quad (6)$$

где k – среднее удельное сопротивление почвы резанию, $k = 1,5 \dots 2,5$ МПа;

b – ширина стружки;

s – подача на один нож;

a – глубина обработки почвы, м;

n – частота вращения фрезы, об/мин;

z – число ножей фрезы.

Мощность, затрачиваемая на отбрасывание почвы,

$$N_o = \frac{k_0 B s a \gamma V_{\text{окр}}^2}{2 \cdot 75 g}, \quad (7)$$

где k_0 – коэффициент, зависящий от формы рабочих органов ($k_0 = 0,85 \dots 1,0$ (меньшее значение принимают для прямых ножей, большее – для Г-образных ножей);

B – ширина захвата фрезы, м;

γ – объемный вес почвы, кг/м³;

g – ускорение свободного падения;

Мощность, затрачиваемая на передвижение фрезы

$$N_{\pi} = \frac{736 f_k \cdot G V_{\pi}}{75}, \quad (8)$$

где f_k – коэффициент сопротивления перекачиванию, $f_k = 0,03 \dots 0,06$ – задерновые почвы; $f_k = 0,06 \dots 0,08$ – стерня; $f_k = 0,10 \dots 0,12$ – пашня;

G – вес машины.

2. Последовательность выполнения работы

В соответствии с исходными данными определить кинематические и технологические параметры:

– окружную скорость фрезерного барабана

$$V_{\text{окр}} = \lambda V_m; \quad (9)$$

– угловую частоту вращения барабана

$$\omega = V_{\text{окр}} / R; \quad (10)$$

– частоту вращения барабана

$$n = (30\omega) / \pi; \quad (11)$$

– путь, пройденный агрегатом за один оборот барабана

$$S_0 = (2 \pi R) / \lambda; \quad (12)$$

– путь, пройденный агрегатом за время поворота барабана на угол, равный углу между соседними ножами (подачу на нож фрезы)

$$S_z = (2 \pi R) / \lambda z; \quad (13)$$

– построить траектории перемещения крайних точек двух соседних ножей фрезерного барабана (рисунок 3):

в координатах xoz вычертить окружность радиуса R (М 1:10 или М 1:5);

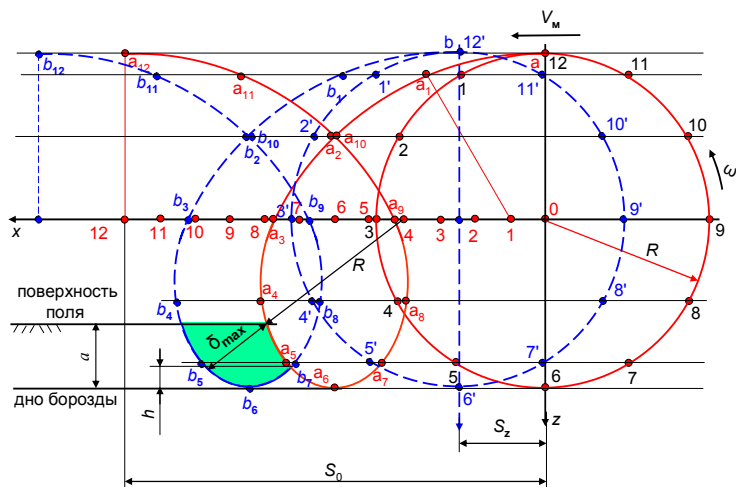


Рисунок 3. К определению толщины стружки

на оси Ox отложить путь S_0 , пройденный агрегатом за один оборот барабана;

разделить окружность и отрезок S_0 на 12 равных частей;

через точки 12; 1–11; 2–10; 3–9; 4–8; 5–7 и 6 провести линии, параллельные оси Ox ;

из точки 1 на оси Ox радиусом r на прямой, проходящей через точки 1–11, отметить точку a_1 ; аналогично из точки 2 – a_2 , из точки 3 – a_3 и т.д.;

соединить точки $a, a_1, a_3...a_{12}$ кривой – получится циклоида, по которой перемещается крайняя точка первого ножа;

аналогично построить циклоиду перемещения второго (соседнего) ножа;

с учетом заданной глубины обработки почвы показать на схеме поверхность поля и дно борозды;

выделить часть почвы («стружку»), вырезаемую между двумя циклоидами;

показать радиус R фрезы и как его продолжение – обозначить толщину S_{max} вырезаемой соседними ножами «стружки»;

показать высоту h гребешков.

Траектории перемещения крайних точек ножей фрезерного барабана построить по уравнениям (2) и (3), принять $\Delta t = 0,03...0,05$ с. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Параметры траектории движения точки ножа

Параметры	$t_1 = \Delta t$	$t_2 = 2\Delta t$	$t_3 = 3\Delta t$	$t_4 = 4\Delta t$	$t_5 = 5\Delta t$	$t_6 = 6\Delta t$	$t_7 = 7\Delta t$	$t_8 = 8\Delta t$	$t_9 = 9\Delta t$	$t_{10} = 10\Delta t$
	сек									
	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30
$V_m t_i$										
$R \cos \omega t_i$										
x										
$y = R$										
$\sin \omega t_i$										
$\varphi_i = \omega t_i$										

Рассчитать энергетические показатели процесса фрезерования по формулам (5), (6), (7) и (8).

3. Определение экспериментальных данных

Провести экспериментальные исследования в почвенном канале с использованием экспериментальной установки. Для этого:

– навесить фрезерный агрегат на навесную систему установки и установить глубину обработки и режимы;

– в процессе проведения исследований в почвенном канале замерить глубину обработки a и высоту гребешков h в трех сечениях по ходу движения агрегата, энергетические показатели процесса фрезерования с помощью измерительного комплекса PC Messlektronik «Spider 8».

Результаты эксперимента внести в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов и измерений

Параметры	a , см	h_2 , см	h_{cp} , см	$R_{пер}$, Н	N , Вт
Результаты расчетов					–
Результаты экспериментов					

Сравнить полученные результаты расчетов и построений с результатами измерений и сделать вывод о влиянии глубины обработки на величину зоны деформации почвы и тяговое сопротивление.

Содержание отчета

Название и цель работы.

Краткое изложение теоретических вопросов.

Варианты исходных данных (таблица 3)

Результаты расчетов, построений.

Результаты экспериментальных исследований.

Анализ результатов расчетов и экспериментальных измерений.

По полученным результатам расчетов и данных экспериментальных исследований дать заключение о соответствии процесса фрезерования агротехническим требованиям.

Таблица 3 – Варианты исходных данных

Номер вар.	R , м	V_m , м/с	λ	a , см	z
1	0,35	5,5	3,9	10	4
2	0,45	5,2	5,0	15	3
3	0,40	7,5	7,0	20	6
4	0,50	4,4	3,0	15	4
5	0,30	5,2	4,2	10	3
6	0,55	5,4	2,5	25	5
7	0,50	5,6	4,5	22	4
8	0,65	5,8	4,4	20	6
9	0,40	6,0	4,6	18	3
10	0,35	6,2	3,2	16	4
11	0,40	6,4	8,0	14	4
12	0,35	6,6	7,0	12	4
13	0,30	6,8	4,8	10	6
14	0,40	7,0	3,0	12	4
15	0,45	7,2	5,0	14	3

Ходосевич Валерий Иванович, Радишевский Генрих Андреевич,
Кузьмицкий Александр Васильевич

МАШИНЫ И ОРУДИЯ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Практикум

Ответственный за выпуск *А. А. Шупилов*
Редактор *Н. А. Антипович*
Компьютерная верстка *А. И. Стебуля*

Подписано в печать 27.05.2010 г. Формат 60×84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,81. Тираж 60 экз. Заказ 477.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».

ЛИ № 02330/0552841 от 14.04.2010.

ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.

Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.