

Министерство образования и науки Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
"Тамбовский государственный технический университет"**

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

Часть 1

Лабораторные работы для студентов бакалавриата,
обучающихся по направлению 110800 "Агроинженерия"



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВПО "ТГТУ"
2012

УДК 631.31(076.5)
ББК П072я73-5
К207

Рекомендовано Редакционно-издательским советом университета

Рецензент

Доктор технических наук, профессор,
заведующий лабораторией "Управление качеством
технологических процессов в сельском хозяйстве"
ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии
Н.П. Тишанинов

Составители:

В.П. Капустин, Д.Н. Коновалов

К207 Сельскохозяйственные машины : лабораторные работы. Ч. 1 /
сост. : В.П. Капустин, Д.Н. Коновалов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ
ВПО "ТГТУ", 2012. – 32 с. – 100 экз.

Содержат правила выполнения и оформления лабораторных работ по
основам теории и технологическому расчёту рабочих органов машин и
орудий для обработки почв.

Предназначены для студентов бакалавриата, обучающихся по направ-
лению 110800 "Агроинженерия".

УДК 631.31(076.5)
ББК П072я73-5

© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Тамбовский государственный технический
университет" (ФГБОУ ВПО "ТГТУ"), 2012

ВВЕДЕНИЕ

Успешное развитие сельского хозяйства России зависит во многом от создания и использования новых более совершенных, надёжных и высокопроизводительных машин. В этой связи возрастает роль и значение специалиста по механизации процессов сельскохозяйственного производства. Ему нужны глубокие знания не только по конструкции, но и по теории рабочих процессов сельскохозяйственных машин, умение выполнять регулировки рабочих органов в зависимости от свойств и состояния обрабатываемого материала.

Лабораторные работы предназначены для лучшего усвоения и закрепления теоретических основ технологического расчёта рабочих органов машин и орудий для обработки почвы, посева, ухода за растениями и уборки урожая, развития практических навыков в проведении экспериментальных и исследовательских работ.

Для обеспечения безопасной работы студенты обязаны выполнять следующие требования:

- при выполнении работы пользоваться исправным инструментом, оборудованием и приборами;
- запуск установок производить только с разрешения преподавателя или учебного мастера;
- при выполнении работы следить за состоянием одежды; она должна быть тщательно заправлена.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЁРДОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЁМНОГО СМЯТИЯ ПОЧВЫ

Цель работы: научиться пользоваться твердомером при определении технологических свойств почвы.

Оборудование, материалы и инструмент: твердомер, почва, миллиметровая бумага, карандаш, микрокалькулятор, линейка.

Задание: 1. Изучить устройство и работу твердомера.

2. Провести измерения и определить твёрдость, коэффициент объёмного смятия и работу, затраченную на деформацию почвы.

Методические указания

Большинство рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий, а также различные опорные поверхности (колёса, гусеницы) энергетических, транспортных и рабочих машин при взаимодействии с почвой сминают её. Поэтому сопротивление почвы смятию служит одной из основных её характеристик при оценке условий работы не только почвообрабатывающих, но и многих других сельскохозяйственных машин.

Для определения показателей сопротивления почвы смятию применяют приборы различных типов: ударного действия, со статической нагрузкой, с принудительным перемещением деформатора. Наиболее широкое распространение получили приборы с принудительным перемещением деформатора, т.е. с внедрением в почву металлического конуса с площадью основания 1 см^2 и углом при вершине $\varphi = 22^\circ 30'$ – для твёрдых почв и с площадью основания 2 см^2 и углом $\varphi = 30^\circ$ – для рыхлых почв.

Твердомер состоит из неподвижной рамки *1*, которая имеет относительно большую опорную поверхность, и подвижного стржня *б* с наконечником *7* (рис. 1). Подвижный стержень соединён с рукояткой *3* через пружину *2*. При давлении на рукоятку пружина сжимается, значение деформации пружины через передаточный механизм *4* фиксируется пишущим устройством *5*.

Таким образом, прибор позволяет записывать значение деформации пружины в зависимости от глубины погружения наконечника (рис. 2).

Если известна жёсткость пружины, то по значению деформации можно определить твёрдость почвы *P*:

$$P = hK/S ,$$

где *h* – средняя ордината диаграммы твёрдости, см; *K* – жёсткость (масштаб) пружины, Н/см; *S* – площадь поперечного сечения плунжера, см^2 .

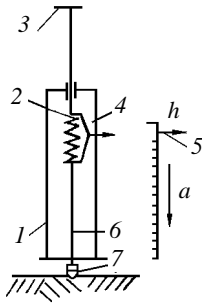


Рис. 1. Схема твердомера:

1 – рамка; 2 – пружина; 3 – рукоятка;
4 – передаточный механизм; 5 – пишущее устройство; 6 – стержень; 7 – наконечник

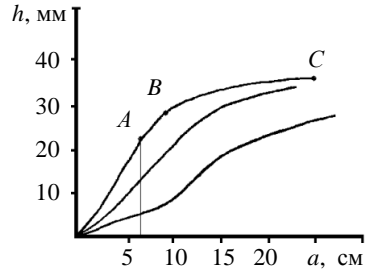


Рис. 2. Деформация пружины h в зависимости от глубины a погружения наконечника в почву

Наиболее отражающим физическую сущность процесса смятия почвы внедряемым в неё наконечником является коэффициент объёмного смятия почвы

$$q = F/V ,$$

где F – сила сопротивления почвы смятию, Н; V – объём смятой (вытесненной) почвы, см^3 .

Коэффициент объёмного смятия почвы показывает, на сколько единиц возрастает сопротивление почвы при смятии каждой последующей единицы её объёма.

Для свежеспаханной почвы $q = 1...2 \text{ Н/см}^3$, для жнивья, паров и лугов – $5...10 \text{ Н/см}^3$, для грунтовой дороги – $50...90 \text{ Н/см}^3$.

Усилие, которое испытывает наконечник при внедрении в почву, определяется по формуле $F = hK$.

Объём смятой почвы $V = \pi d_n^2 h/4$, где d_n^2 – диаметр плунжера.

Работа на деформацию почвы в пределах прямой пропорциональности определяется по формуле $A = Fh/2$.

Плотность почвы – это отношение массы высушенного образца к ненарушенным слоем к её первоначальному объёму: $\rho = m/V$, г/см^3 .

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и принцип действия твердомера.
2. Закрепить на рамке миллиметровую бумагу и карандаш в держателе.
3. Провести трёхкратное погружение наконечника твердомера в чернозём и песок в разных точках.

4. Определить твёрдость почвы в слоях 0...100 и 100...200 мм по среднему значению из трёх измерений.
5. Определить по формулам коэффициент объёмного смятия почвы и работу, затраченную на деформацию почвы, в точке *A* диаграммы (см. рис. 2).
6. Сделать вывод по работе.

Содержание отчёта

1. Наименование, цель, задание, порядок выполнения работы.
2. Схема твердомера.
3. Расчёт твёрдости, коэффициента объёмного смятия почвы и работы, затраченной на деформацию почвы.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое твёрдость и плотность почвы? Как они определяются?
2. У какого типа почв больше значение твёрдости, плотности, коэффициента объёмного смятия и работы: песчаных, супесчаных, глинистых, суглинистых, чернозёмов и торфяников?
3. Где на практике используется значение твёрдости, плотности, коэффициента объёмного смятия и работы?

Лабораторная работа 2

СНЯТИЕ ПРОФИЛЯ ОТВАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСА ПЛУГА

Цель работы: определение типа отвальной поверхности корпуса плуга.

Оборудование, инструмент: корпус плуга, прибор для снятия профиля отвальной поверхности корпуса плуга, линейка $l = 1,0$ м, миллиметровая бумага, чертёжные принадлежности.

Задание: 1. Ознакомиться с типами отвальных поверхностей корпусов плуга.

2. По замеренным координатам точек рабочей поверхности корпуса плуга построить три его проекции.

3. По разности замеренных углов φ_{\max} и φ_0 определить тип отвальной поверхности корпуса плуга.

Методические указания

Качество обработки почвы, а следовательно, и урожайность, плодородие, культура земледелия зависят от правильного выбора рабочих органов для её обработки. Многообразие почв, климатических условий требует определённого набора рабочих органов.

Большинство рабочих органов почвообрабатывающих машин представляют собой плоские или криволинейные клинья.

По форме рабочей поверхности отвалы плугов делятся на три основных типа: винтовые, цилиндрические и промежуточные. Наибольшее распространение из промежуточного типа получили культурные, полувинтовые и скоростные, которые обладают как крошащей, так и оборачивающей способностями.

Для исследования сложных поверхностей используются профилографы и профиломеры.

Профиломер академика В.П. Горячкина (рис. 3) состоит из плиты 1, размеченной линиями через 100 мм. На плите 1 закреплены направляющие 2, в которых перемещается основание 3 со стойкой 6 и кронштейном 7, который закрепляется на стойке 6 винтом 4, а стержень 8 в кронштейне 7 – винтом 5. Направляющие 2 принимаются за ось X , стержень 8 – за ось Y , стойка 6 – за ось Z . Начало координат у носка лемеха.

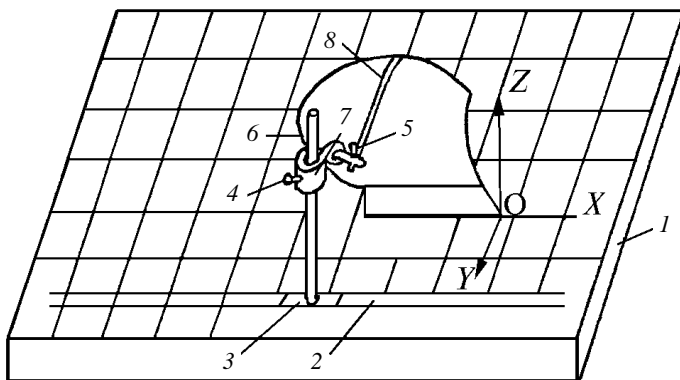


Рис. 3. Схема координатора В.П. Горячкина

Порядок выполнения работы

1. При выполнении работы студент, пользуясь [1, 2] и конспектом лекций, должен ознакомиться с типами отвальных поверхностей плуга и назначением углов α , β , γ .

2. Установить корпус плуга на плите профиломера так, чтобы носок лемеха и наружный край заднего конца полевой доски расположились на одной прямой.

3. Определить координаты точек полевого обреза, для чего необходимо предварительно провести горизонтальные линии на поверхности отвала через 50...60 мм и дополнительно, если не совпадут через характерные линии стыка лемеха с отвалом, край полевого и бороздного обрезов и наивысшую точку отвальной поверхности. Пересечение линий с полевым и бороздным обрезами корпуса пронумеровать цифрами, начиная от начала координат, т.е. с конца лезвия лемеха, – 1, 2, 3 и т.д.

4. Перемещая основание по направляющим и стержень к кронштейну, определить координаты всех точек, начиная с нуля, и занести в табл. 1.

1. Значение координат точек

Наименование обреза	№ точек	Координаты точек			Примечание
		X	Y	Z	
Полевой обрез	1				
	2				
	3				
	и т.д.				
Скругление отвала крыла	1				
	2				
	3				
	и т.д.				
Бороздной обрез	1				
	2				
	3				
	и т.д.				
Пятка лемеха					

5. По полученным значениям координат точек контура отвальной поверхности вычертить три проекции корпуса (рис. 4) в масштабе 1:5 на миллиметровой бумаге.

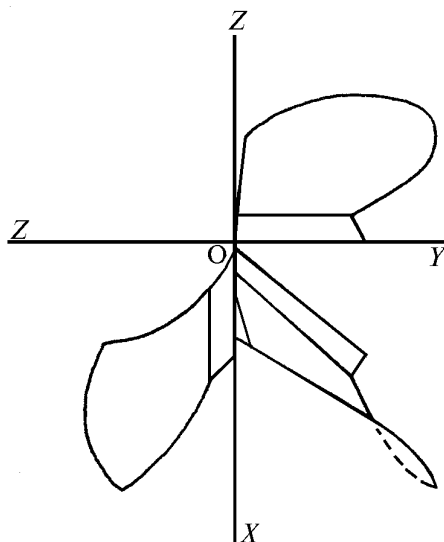


Рис. 4. Построение поверхности отвала

6. На горизонтальной проекции (рис. 4) измерить значение углов γ_{\max} и γ_0 , по их разности определить тип отвальной поверхности. Для отвалов культурного типа: $\gamma = \gamma_{\max} - \gamma_0 = 7 \dots 8^\circ$, для отвалов полувинтового типа: $\gamma = \gamma_{\max} - \gamma_0 = 8 \dots 15^\circ$.

Содержание отчёта

1. Наименование, цель, задание и краткое содержание работы.
2. Схема прибора В.П. Горячкина.
3. Результаты измерений координат точек, занесённые в таблицу.
4. Три проекции отвальной поверхности корпуса плуга, выполненные на миллиметровой бумаге.
5. Название типа определённой отвальной поверхности корпуса плуга.

Контрольные вопросы

1. Какие типы отвальных поверхностей Вы знаете? Чем они отличаются друг от друга?
2. Какую роль выполняют углы α , β , γ на корпусе плуга?
3. Назначение углов γ_0 , γ_{\min} , γ_{\max} ?
4. Почему радиус направляющей кривой должен быть больше R_{\min} , но меньше R_{\max} ?

РАСЧЁТ НА ПРОЧНОСТЬ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПЛУГА

Цель работы: овладеть методикой расчёта на прочность рабочих органов плуга.

Оборудование и инструмент: корпус плуга, линейка, чертёжные принадлежности, микрокалькулятор, бумага.

Задание: 1. Рассчитать усилие, необходимое для перемещения плуга, рассчитать стойку корпуса на прочность и параметры полевой доски.

2. Построить схему плуга в двух проекциях с ножами и предплужниками.

Методические указания

В процессе пахоты на рабочие органы плуга со стороны почвы действует много элементарных сил, которые не приводятся к одной равнодействующей, так как они не параллельны между собой и не пересекаются в одной точке.

В горизонтальной плоскости проекции XOY на корпус плуга действует сила R_{xy} (рис. 5, а) под углом $d = 15...25^\circ$ к оси X , приложенная на расстоянии $c = 0,4b$.

В вертикальной плоскости ZOX (рис. 5, б) на корпус действует сила R_{zx} под углом Ψ , колеблющимся от $+18$ до -23° к оси X . Отрицательное значение угла Ψ имеет место при работе с затуплёнными лезвиями лемехов. При расчёте принимают $\Psi = \pm 12^\circ$. Сила R_{zx} приложена на расстоянии $r_2 = a/3$ от оси носка лемеха при $+\Psi$ и $r_1 = 0,5a$ при $-\Psi$.

В поперечной плоскости ZOY (рис. 5, в) на корпус действует сила R_{zy} под углом $\beta_1 = \pm 45^\circ$ к оси Y и на расстоянии от носка лемеха $r_2 = 0,5a$ при $+\beta$ и $r_1 = 0,7a$ при $-\beta$.

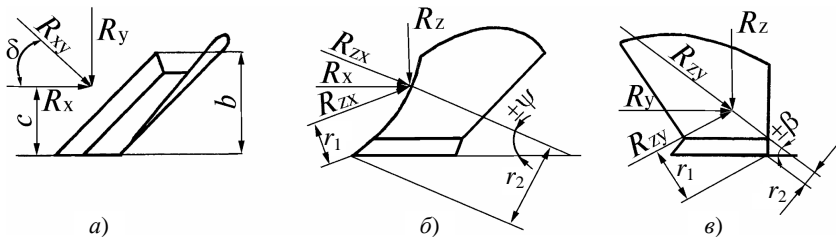


Рис. 5. Силовая характеристика плужного корпуса в плоскостях XOY (а), ZOX (б), ZOY (в)

Порядок выполнения работы

1. По исходным данным (табл. 2, 3) рассчитать усилие, необходимое для перемещения плуга, по формуле

$$P = P_1 + P_2 + P_3,$$

где P_1 – усилие, необходимое для преодоления сил трения при перемещении плуга, Н, $P_1 = fG$, f – коэффициент сопротивления перемещению плуга в борозде, $f = 0,49 \dots 0,53$, G – вес плуга; P_2 – усилие, необходимое для подрезания и деформации пласта, Н, $P_2 = kabn$, k – удельное сопротивление почвы, Н/м², a – глубина вспашки, м, b – ширина захвата одного корпуса, м, n – число корпусов; P_3 – усилие, затрачиваемое на придание кинетической энергии пласту, Н, $P_3 = \epsilon abnv^2$, ϵ – коэффициент пропорциональности, ρ – плотность почвы, кг/м³, v – скорость плуга, м/с,

$$P = fG + kabn + \epsilon abnv^2.$$

Расчёт усилия, необходимого для придания кинетической энергии пласту:

$$P_{\text{отб}} = N/v_1, \quad N = N_1 + N_2,$$

где N_1 – мощность, затрачиваемая на отбрасывание пласта, Вт; N_2 – мощность, затрачиваемая на оборот пласта, Вт:

$$N_1 = mv_1^2 / \Delta t,$$

где m – вес пласта, Н, $m = rabL_M$, L_M – длина пласта, $L_M \approx 0,82 \dots 0,98$ м; v_1 – скорость отбрасывания пласта, м/с; Δt – время отбрасывания, с, $\Delta t = L_M / v$.

$$v_1 = vL_{\text{отс}} / L_M,$$

где $L_{\text{отс}}$ – расстояние, на которое отброшен пласт, $L_{\text{отс}}$ равно ширине захвата корпуса плуга, т.е. 350, 400 или 420 мм;

$$N_2 = I(\omega t)^2 / \Delta t^3, \quad I = m/12(a^2 + b^2),$$

где I – момент инерции пласта, кгм²; ωt – угол поворота пласта, рад, $\omega t = 0,62 \dots 0,67$.

$$\epsilon = P_{\text{отб}} \operatorname{tg}(\gamma + \phi) / (ab\rho v^2),$$

где γ – угол установки лезвия лемеха к стенке борозды; ϕ – угол трения почвы о лемех, $\phi = 26 \dots 28^\circ$.

2. Расчёт усилия, необходимого для перемещения корпуса плуга при встрече его с препятствием:

$$R_x = P - fG/n; \quad R_y = 0,35R_x; \quad R_z = \pm 0,2R_x.$$

2. Исходные данные

Вариант	Глубина обработки	Марка трактора	Удельное сопротивление почвы k , кН/м	Коэффициент сопротивления f плуга протаскиванию	Угол трения почвы по стали φ , °	γ , °	Относительный вес плуга q , кН/м	Скорость агрегата, м/с
1	22	ДТ-75	40	0,35	22	38	22	1,44
2	23	Т-4М	40	0,35	22	38	22	1,72
3	24	Т-150К	35	0,35	22	38	20	2,40
4	25	К-701	35	0,35	22	38	20	2,20
5	26	ДТ-75	39	0,36	23	39	21	1,50
6	27	Т-4М	39	0,36	23	39	21	1,78
7	25	Т-150К	39	0,36	23	39	20	2,20
8	26	К-701	39	0,36	23	39	20	2,50
9	24	ДТ-75	38	0,37	24	40	22	1,56
10	23	Т-4М	38	0,37	24	40	22	1,80
11	22	Т-150К	38	0,37	24	40	20	2,00
12	24	К-701	38	0,37	24	40	20	2,60
13	25	ДТ-75	37	0,38	25	41	22	1,60
14	26	Т-4М	37	0,38	25	41	22	1,85
15	27	Т-150К	37	0,38	25	41	20	1,80
16	25	К-701	37	0,38	25	41	20	2,70
17	22	ДТ-75	41	0,34	26	41	21	1,65
18	23	Т-4М	41	0,34	26	42	21	1,90
19	24	Т-150К	41	0,34	26	42	20	1,90
20	25	К-701	41	0,34	26	42	20	2,80
21	26	ДТ-75	40	0,35	27	42	22	1,70
22	27	Т-4М	40	0,35	27	40	20	1,95
23	24	Т-150К	40	0,35	27	40	21	2,30
24	25	К-701	40	0,34	27	40	22	2,30
25	23	ДТ-75	39	0,34	24	40	21	1,75
26	22	Т-4М	38	0,34	25	38	22	1,97
27	24	Т-150К	37	0,34	26	38	20	2,10
28	27	К-701	40	0,37	27	38	22	2,75
29	25	ДТ-75	41	0,37	24	38	20	1,80
30	26	Т-150К	41	0,37	23	41	21	2,00

3. Исходные данные

Показатель, мм	Обозначение	Марка трактора				
		ДТ-75	Т-4М	Т-150К	К-701	
Координаты точек крепления нижних тяг	x_1	292	353	504	385	
	y_1	18	40	185	350	
	x_2	500	700	600	850	
	x_3	250	379	300	425	
Размеры нижних тяг	R_1	772	804	555	900	
	l_1	1005	1003	912	1210	
Координаты точек крепления верхней тяги	x_4	340	443	580	445	
	y_2	640	610	460	466	
Размеры верхней тяги	$l_{2\min}$	760	760	770	1081	
	$l_{2\max}$	932	923	930	1325	
Координаты точек крепления поворотного вала	x_5	340	443	580	445	
	y_3	640	610	460	466	
Размеры подъёмных рычагов	r_1	600	600	600	850	
	r_2	190	190	190	331	
Углы между подъёмными рычагами	a_1	35°	35°	–	–	
	a_2	–	–	75°	75°	
Координаты точек крепления основного гидроцилиндра	x_6	112	353	–	–	
	y_4	–33	40	–	–	
	x_7	–	–	58	570	
	y_5	–	–	260	476	
Размеры подъёмного раскоса	$l_{3\min}$	691	712	730	780	
	$l_{3\max}$	812	798	820	1071	
Радиус заднего колеса	R_k	405	509	700	825	
Статический радиус качения	r_k	431	459	677	730	
Размеры гидроцилиндра ЦС:	диаметр	d	110	110	110	140 (два)
	длина	L_{\min}	560	560	560	760
	ход	h	250	250	250	400
Ширина колеи	h_n	1330	1384	1680	1910	
Ширина гусеницы или профиля шины		390	420	530	665	

Как видно из рис. 6, стойка корпуса подвергается действию косо­го изгиба (изгиб в двух плоскостях), кручения и внецентренного растяжения. Наиболее опасным сечением является сечение, расположенное под головкой.

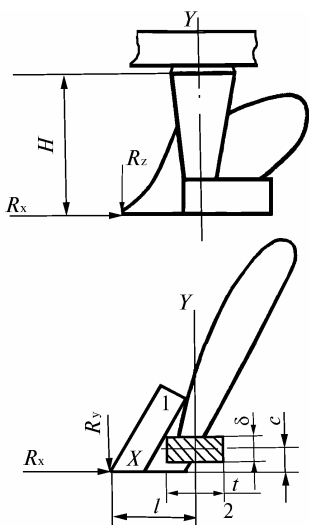


Рис. 6. Схема сил, действующих на корпус плуга

по формуле

$$\delta_y = M_y x_1 / I_y = M_y \delta / 2 I_y ,$$

где $I = \delta t^3 / 12$.

Нормальные напряжения от изгибающего момента в поперечно-вертикальной плоскости определяют по формуле

$$\delta_x = M_x y_t / I_x = M_x t / 2 I_x ,$$

где $I_x = t \delta^3 / 12$.

Напряжение растяжения, вызываемое силой R_z , направленной сверху вниз, определяется по формуле

$$\sigma_p R_z / S = R_z / t \delta ,$$

где S – площадь опасного сечения, $S = t \delta$.

Суммарное нормальное напряжение в точке 1 от косоугольного изгиба и растяжения определяют по формуле

$$\sigma_{\text{сум}} = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_p .$$

Касательные напряжения от скручивания стойки

$$\tau = M_{\text{кр}} / W_{\text{кр}} ,$$

где $W_{\text{кр}} = \beta \delta^3$, β – коэффициент, зависящий от $\eta = t / \delta$, при $t = 210 \delta = 30$, $\eta = 7$, а $\beta = 2,123$.

Изгибающий момент в продольно-вертикальной плоскости определяется по формуле

$$M_y = R_x H + R_z l .$$

Изгибающий момент в поперечно-вертикальной плоскости определяется по выражению

$$M_x = R_y H - R_z c .$$

Крутящий момент в опасном сечении определяется по формуле

$$M_{\text{кр}} = R_x c + R_y l .$$

Наибольшие нормальные напряжения будут возникать в точках 1 и 2 опасного сечения, как наиболее удалённых от нейтральных линий при изгибе относительно осей XZ и YZ.

Напряжение в продольно-вертикальной плоскости в точке 1, имеющей координаты: $x_1 = t/2$; $y = \delta/2$, определяют

Приведённое напряжение в точке 1 по третьей теории прочности определяют по формуле

$$\sigma_{\text{прив}} = \sqrt{\sigma_{\text{сум}}^2 + 4\tau^2}.$$

Стойка будет удовлетворять условиям прочности, если $\sigma_{\text{прив}} \leq [\sigma]$, где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение, для стали 45 $[\sigma] = 200$ МПа.

3. Расчёт полевой доски.

Длина рабочей части полевой доски с учётом сил R_x и R_y определяется по формуле

$$l = [5,4R_x \text{ctg}(\gamma_0 + \varphi)]/q\lambda h \quad \text{или} \quad l = \frac{1}{2}b \cos \varphi / [\sin j_0 \cos(\varphi + j_0)],$$

где q – коэффициент объёмного сжатия почвы, $q = 20 \dots 40$ Н/см³; λ – линейная деформация почвы задним концом полевой доски, $\lambda = 0,5 \dots 3,0$ см; h – высота полевой доски, $h \leq 2/3a$.

Толщина полевой доски определяется по формуле

$$t = \sqrt{10,8R_y l / h[\sigma]}.$$

Допускаемое напряжение принимают равным $[\sigma] = 160$ МПа.

4. Определение параметров предплужника и дискового ножа.

Ширина захвата предплужника определяется по выражению

$$b_1 = 2/3b.$$

Диаметр дискового ножа

$$D = 2(a + \Delta l) + d_c,$$

где a – глубина хода диска, мм; Δl – допуск на неровности поля, $\Delta l \approx 20$ мм; d_c – диаметр ступицы ножа, $d_c = 0,25D$ или $d_c \approx 100$ мм.

Толщина диска $S = 0,01D$.

5. Построение схемы плуга и навесного устройства трактора.

По исходным данным проводится построение схемы плуга в горизонтальной (рис. 7) и вертикальной (рис. 8) плоскости и навесного устройства трактора (рис. 9).

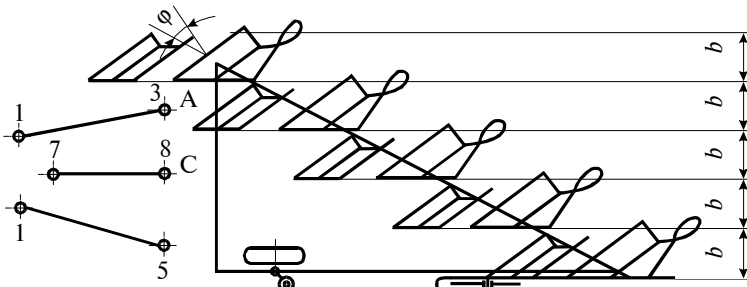


Рис. 7. Схема плуга в горизонтальной плоскости

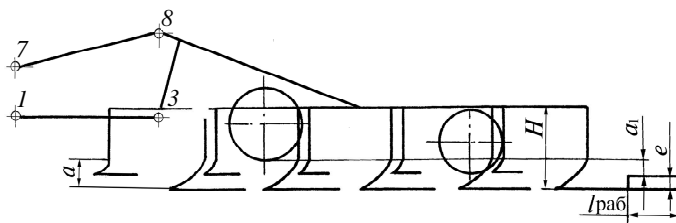


Рис. 8. Схема плуга в вертикальной плоскости

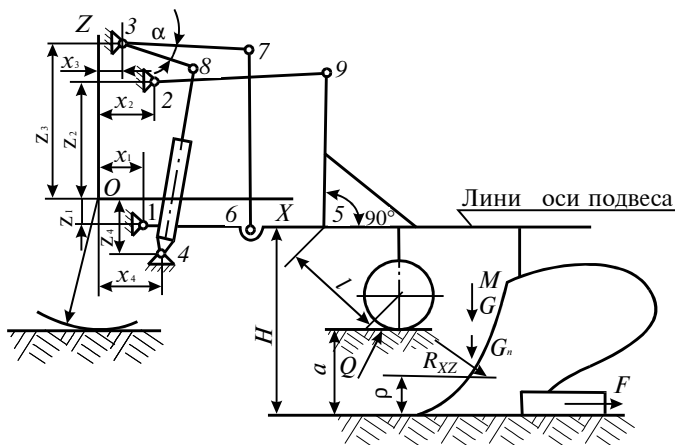


Рис. 9. Схема навесного устройства

Содержание отчёта

1. Название работы, её цель, задание.
2. Расчёт конструктивно-кинематических параметров плуга.
3. Изобразить на рисунке: схему сил, действующих на корпус плуга, схему плуга в вертикальной и горизонтальной плоскостях и схему навесного устройства.
4. Сделать выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Какие типы плугов вы знаете?
2. Преимущества и недостатки прицепных и навесных плугов.
3. Назовите силы, действующие на корпус плуга.
4. Назовите назначение полевой доски.
5. Назовите назначение предплужников и ножа. В каких случаях они устанавливаются?

**РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ПОСТРОЕНИЕ
ЗУБОВОГО ПОЛЯ БОРОНЫ**

Цель работы: овладение методикой построения зубового поля бороны.

Оборудование и инструмент: линейка, чертёжный инструмент, микрокалькулятор, бумага.

Задание: По рассчитанным параметрам построить зубовое поле звена бороны.

Методические указания

Зубовые бороны используются преимущественно для рыхления верхних слоёв почвы после работы плуга, выравнивания поверхности поля перед посевом, разрушения почвенной корки, для сохранения влаги в почве, заделывания семян и удобрений при разбросном севе, уничтожения сорняков и ухода за лугами.

Рабочие органы борон должны обеспечивать равномерное крошение почвы, а сами бороны должны иметь устойчивый ход при агрегатировании со всеми видами сцепок.

При правильном размещении зубьев каждый зуб должен проводить самостоятельную борозду. Причём расстояние между зубьями, проводящими соседние борозды, должно быть одинаковым и согласовано с глубиной хода.

Порядок выполнения работы

1. По данным табл. 4 определить основные параметры зубовой бороны по следующим формулам.

Расстояние между зубьями в ряду

$$b = Ma ,$$

где M – число поперечных планок; a – расстояние между смежными бороздками, мм.

Шаг винта

$$t = kb ,$$

где k – число ходов основного винта.

Число зубьев звена бороны

$$n = NM ,$$

где N – число зигзагообразных планок.

Ширина захвата звена бороны

$$B_0 = [M(N-1) + 2k]a .$$

Ширина обрабатываемой полосы звеном бороны

$$B = B_0 + a .$$

Длина звена бороны

$$L = (M-1)C ,$$

где C – расстояние между рядами зубьев, мм.

Масса бороны

$$G = qn ,$$

где q – масса, приходящаяся на 1 зуб, кг; n – число зубьев, шт.

Тяговое сопротивление звена бороны

$$P = \rho n ,$$

где ρ – тяговое сопротивление одного зуба бороны, Н.

4. Исходные данные по вариантам

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расстояние между смежными бороздами a , мм	40	45	50	55	60	65	70	75	30	35
Число зигзагообразных планок N , шт.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Число поперечных планок M , шт.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Расстояние между рядами зубьев C , мм	200	210	220	250	300	320	380	400	200	250
Число ходов винта k , шт.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Тяговое сопротивление одного зуба ρ , Н	20	22	23	25	40	45	50	50	10	15
Масса, приходящаяся на 1 зуб, кг	0,6...1,0		1,2...1,5				1,6...2,0			

2. По данным расчёта построить зубовое поле бороны. Для этого на листе бумаги в соответствующем масштабе нанести ряд горизонтальных образующих поверхности развёртки многоходового винта с интервалом, равным расстоянию между рядами зубьев (рис. 10). Общее количество образующих должно быть равным $M + 1$. Первую горизонтальную образующую необходимо обозначить 1-1, вторую – 2-2 и т.д., последнюю образующую – 1'-1'.

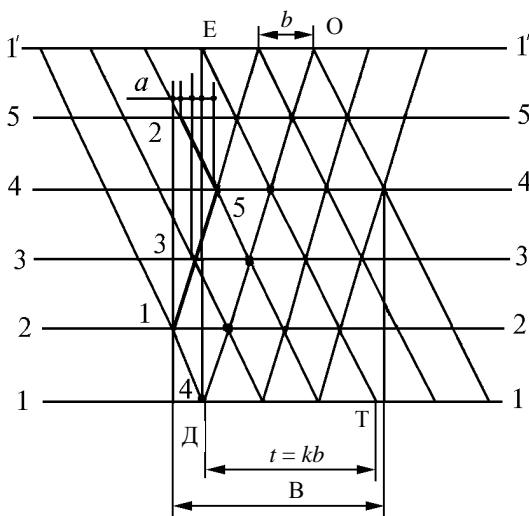


Рис. 10. Построение зубового поля бороны

На образующей 1-1 примерно в середине отрезка взять точку Д, из неё восстановить перпендикуляр до пересечения с последней образующей 1'-1'. Полученную точку обозначить буквой Е. Затем вправо от точки Д отложить отрезок, равный шагу винта t . Конец отрезка обозначить точкой Т. Соединить полученную точку Т с точкой Е на образующей 1'-1'. Это будет развёртка винтовой линии. Отступая от неё вправо и влево по образующей на величину В, провести ряд линий, параллельных ТЕ.

От точки Е на расстоянии, равном $2b$ вправо, обозначить точку О и соединить её с точкой Д. Затем параллельно линии ОД провести несколько линий через концы отрезков или точек, полученных пересечением линий, параллельно проведённых линии ЕТ, с образующей 1-1. В точках пересечения линий, проведённых параллельно ЕТ и ОД, с образующими 1-1, 2-2 и т.д. размещаются зубья.

Нумерация расположения зубьев на поперечных планках следующая: 2-5-3-1-4.

Это означает, что крайний левый зуб (первый) располагается на второй образующей (планке) 2–2, второй зуб – на 5–5, третий – на 3–3, четвёртый – на 1–1, пятый – на 4–4. От этих зубьев вправо на каждой образующей (планке) обозначить ещё по три зуба (точки пересечения). Затем обозначенные зубья 2–5–3–1–4 соединить линиями между собой, получится планка зигзагообразной формы. Подобным образом соединяются все зубья на других зигзагообразных планках.

Содержание отчёта

1. Наименование, цель, задание, порядок выполнения работы.
2. Расчёт параметров бороны.
3. Зубовое поле бороны.

Контрольные вопросы

1. Почему звено бороны изготавливают зигзагообразной формы?
2. Как правильно присоединить звено бороны?
3. Что влияет на глубину хода бороны?
4. Какие технические требования предъявляются к зубовым боронам?

Лабораторная работа 5

УСТАНОВКА РАБОЧИХ ОРГАНОВ НА КУЛЬТИВАТОРЕ ПРИ МЕЖДУРЯДНОЙ И СПЛОШНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Цель работы: овладение методикой выбора и расстановки рабочих органов на культиваторе для сплошной и междурядной обработки почвы.

Оборудование и инструменты: различные типы лап культиваторов, линейка $l = 0,5$ м, чертёжный инструмент, бумага.

Задание: 1. Ознакомиться с различными типами применяемых лап культиваторов для сплошной и междурядной обработки и глубокого рыхления почвы и вычертить схемы их расстановки на культиваторах.

2. Определить тяговое сопротивление культиватора КПС-4.

Методические указания

Культиваторы представляют собой группу орудий для предпосевной обработки почвы, а также для выполнения работ по уходу за парами и посевами сельскохозяйственных культур.

Для выполнения различных операций сплошной и междурядной обработки почвы культиваторы снабжаются комплектами рабочих органов различной формы и размеров. Рабочие органы культиваторов для сплошной и междурядной обработки подразделяют на полольные и рыхлительные.

Односторонние полольные лапы применяются на пропашных культиваторах и имеют вертикальные щитки, предохраняющие растения от присыпания почвой (табл. 5).

5. Параметры лап (ГОСТ 1343–82)

Тип лапы	Захват, мм	Вылет стойки, мм	Схема
Плоскорежущая односторонняя	85, 120, 150, 165		
Рыхлительная долотообразная	50	110, 205	
Стрельчатая	150, 220, 270, 220, 270, 330, 250, 300, 330, 380	120, 130, 145, 172	

Стрельчатые лапы используются как на культиваторах для сплошной обработки почвы, так и на пропашных. Они бывают плоскорежущие (угол крошения $\beta = 180^\circ$) и универсальные (угол крошения $\beta = 28...30^\circ$). Универсальные лапы при движении кроме подрезания сорняков рыхлят почву.

Рыхлительные лапы предназначены для рыхления почвы на глубину до 25 см и подразделяются на оборотные, копьевидные и долотообразные.

Размещение лап на раме культиватора проводится, исходя из условия предотвращения забивания культиватора растительными остатками, с учётом зоны распространения деформации почвы по ходу лапы, перекрытия – ширины междурядий и защитной зоны.

Исходя из этих условий расстояние между рядами лап можно определить по формуле $L = l_0 + h \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$, где l_0 – вылет стойки лапы (дан-

ные в табл. 5), мм; h – глубина обработки почвы, мм; α – угол входа лапы в почву, $\alpha = 15 \dots 16^\circ$; φ – угол трения почвы по металлу, $\varphi = 25 \dots 26^\circ$. Значение L находится в пределах $400 \dots 500$ мм.

Расстояние между лапами в ряду при сплошной обработке почвы (рис. 11) определяется по формуле

$$A = 2(b - \Delta b),$$

где Δb – значение перекрытия, $\Delta b = 40 \dots 80$ мм.

Расстояние между рыхлительными лапами, установленными на культиваторы для междурядной обработки почвы, определяется по формуле

$$A = b + 2h \operatorname{tg} w \cdot 1/2,$$

где w – угол внутреннего трения почвы, $w = 40 \dots 50^\circ$ (рис. 12).

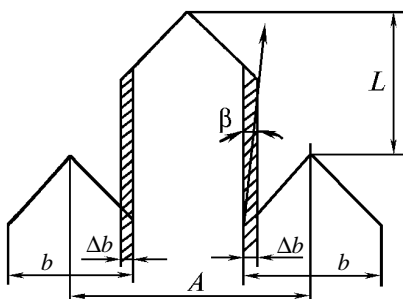


Рис. 11. Определение угла поворота культиватора при сплошной обработке почвы

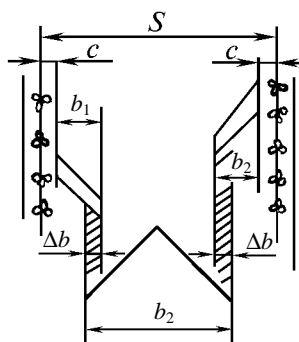


Рис. 12. Схема размещения рыхлительных (долотообразных) лап

Изменение направления движения характеризуется углом β :

$$\operatorname{tg} \beta = \Delta b / L,$$

где β – угол поворота культиватора, определяющий значение перекрытия.

Ширина полосы, обрабатываемой одной лапой:

$$a = b - \Delta b,$$

где b – ширина захвата одной лапы, мм.

Число лап, размещаемых на культиваторе:

$$n = b/a ,$$

где b – ширина захвата культиватора, мм.

При междурядной обработке почвы расстояние между рядками с учётом перекрытия и защитной зоны (рис. 13) определяется по формуле

$$S = 2(c + b_1 - \Delta b) + b_2 ,$$

где c – значение защитной зоны, мм, $c = 60 \dots 110$ мм; b_1 – ширина захвата односторонней лапы, мм; Δb – значение перекрытия, мм; b_2 – ширина захвата стрелчатой лапы, мм.

Расстояние между рядками при обработке стрелчатыми лапами (рис. 14) определяется по формуле

$$S = 2(c + b) - \Delta b .$$

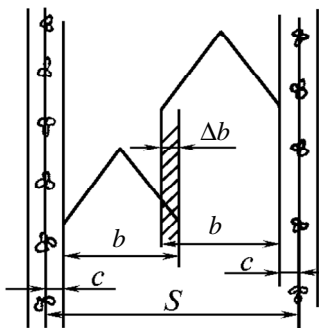


Рис. 13. Схема размещения односторонних плоскорежущих и стрелчатых лап при междурядной обработке почвы

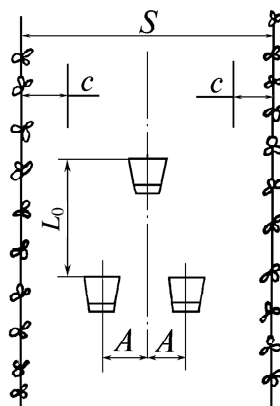


Рис. 14. Схема размещения стрелчатых лап при междурядной обработке почвы

Порядок выполнения работы

1. Поле ознакомления с характеристиками лап и видами обработки почвы выбрать тип лап, подсчитать их количество и вычертить схемы расстановки лап на культиваторе для сплошной обработки почвы (КПС-4 и один из навесных КРН-4,2; КРН-5,6; КРН-8,4; УСМК-5,4Б, КОН-4,2), междурядной обработки и глубокого рыхления почвы (навесные культиваторы КРН-4,2; КРН-5,6; КРН-8,4; УСМ-5,4Б; КОН-4,2) (табл. 6 – 12).

6. Исходные данные для определения тягового сопротивления КПС-4

Вариант	G_M , кг	L_M , см	h' , см	h_1 , см	Δh , см	L_{y2} , см	L_{y1} , см	L_R , см	L , см	L_c , см
1	781	257	45	50	5	358	288	282	60	40
2	780	256	44	50	5	356	280	278	70	40
3	782	258	44	5	4	358	288	279	60	40
4	783	259	44	48	4	357	287	278	65	40
5	784	260	44	48	4	356	286	277	66	40
6	785	261	43	48	4	355	285	281	67	40
7	786	262	43	50	5	354	284	282	68	40
8	787	263	43	50	5	353	283	283	69	40
9	788	264	42	50	5	352	282	284	61	41
10	789	265	42	46	5	351	281	285	62	41
11	790	266	42	46	5	350	280	286	63	41
12	780	267	46	46	5	349	280	280	64	41
13	779	268	46	50	4	348	279	279	59	42
14	778	269	46	50	4	347	278	278	58	42
15	777	270	47	50	4	346	277	279	57	42
16	776	271	47	48	4	345	276	282	56	42
17	775	272	47	48	5	359	289	281	55	40
18	774	273	41	48	5	360	290	283	61	41
19	773	274	41	50	5	360	290	284	62	42
20	772	257	41	50	4	359	291	285	63	43
21	771	256	44	50	4	361	291	280	64	40
22	770	255	44	49	4	361	292	279	65	41
23	769	254	44	49	6	362	293	278	66	42
24	768	253	48	49	6	362	291	277	67	43
25	767	252	48	50	6	363	294	276	65	40
26	766	251	48	50	6	364	293	275	64	41
27	765	250	43	50	6	365	290	274	60	42

7. Значение сопротивления x_i одной лапы

Вариант	Тип лапы	Ширина захвата, см	Глубина хода лапы, см	Тип почвы	Влажность почвы, %	Сила, Н
1 – 9	полосная	27	10	Супесь	8,5	330...420
10 – 18		22	7	Суглинок	12...20	250...320
19 – 27		33	9	Чернозём	17,5	380...480

8. Исходные данные для расчёта параметров культиватора КПС-4

Параметры	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширина захвата лапы, мм	270	300	330	270	330	300	270	300	330	330	270	300
Вылет стойки, мм	120	172	130	120	130	172	120	172	130	130	120	172
Глубина обработки, мм	30	50	45	40	60	80	50	50	70	55	40	65
Обработка паров или почвы под посев	просо	ячмень	пшеница	рожь	горох	пар	горох	рожь	пар	горох	ячмень	пар

**9. Исходные данные для расчёта параметров культиватора УСМК-5,4Б
для возделывания сахарной свёклы**

Параметры	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширина захвата плоскорежущей односторонней лапы, мм	85	120	150	165	85	120	150	165	85	120	150	165
Ширина междурядья, мм	450	450	450	450	600	600	600	600	450	450	600	600
Глубина обработки, мм	20	20	30	30	40	40	50	50	60	60	60	60
Защитная зона, мм	60	60	60	60	70	70	70	100	100	100	100	100

**10. Исходные данные для расчёта параметров культиватора КОН-4,2
для возделывания картофеля**

Параметры	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширина захвата плоско-режущей лапы, мм	85	120	150	165	85	120	150	165	85	120	150	165
Ширина междурядья, мм	700	700	700	700	800	800	800	800	900	900	900	900
Глубина обработки, мм	70	70	80	80	90	90	100	100	120	120	140	140
Защитная зона, мм	100	100	150	150	180	180	180	200	250	250	250	250

11. Исходные данные для расчёта параметров культиваторов КРН-5,6 и КРН-8,4 для возделывания кукурузы и подсолнечника

Параметры	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ширина захвата плоскорежущей лапы, мм	85	120	150	165	85	120	150	165	85	120	150	165
Марка культиватора	КРН-5,6						КРН-8,4					
Ширина междурядья, мм	700	700	900	900	700	900	700	700	900	900	700	900
Глубина обработки, мм	40	50	60	40	50	60	40	50	60	70	80	80
Защитная зона, мм	50	50	60	60	80	80	55	55	65	65	75	75
Культура	Кукуруза						Подсолнечник					

12. Исходные данные для расчёта параметров рабочих органов культиватора для глубокого рыхления

Параметры	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Культура	Сахарная свёкла				Картофель				Подсолнечник		Кукуруза	
Глубина рыхления, мм	230	240	250	260	180	190	200	210	215	225	195	205
Ширина междурядья, мм	450	450	600	600	700	800	900	900	700	900	700	900
Ширина захвата лапы, мм	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Вылет стойки, мм	110	205	110	205	110	205	110	205	110	205	110	205

2. Определить расстояние между рядами лап и между лапами в ряду для прицепного культиватора КПС-4 и одного из навесных КРН-4,2; КРН-5,6; КРН-8,4; УСМК-5,4Б; КОН-4,2 при сплошной, междурядной обработке и глубоком рыхлении почвы при возделывании сахарной свёклы (ширина междурядья 450 и 600 мм, глубина обработки 20, 30, 40, 50, 60 и 200 мм); подсолнечника (ширина междурядья 700 и 900 мм, глубина обработки 40, 50, 60, 70 и 80 мм); кукурузы (ширина междурядья 700 и 900 мм, глубина обработки 40, 50, 60 мм); картофеля (ширина междурядья 700, 800, 900 мм, глубина обработки 70, 80, 90, 100, 120, 140 мм).

3. Определить при сплошной обработке почвы угол поворота культиватора (прицепного КПС-4 и одного из навесных УСМК-5,4Б, КРН-4,2; КРН-5,6; КРН-8,4; КОН-4,2), при котором значение перекрытия будет равно, меньше и больше нуля, т.е. когда перекрытие отсутствует, имеется огрех или имеется перекрытие.

4. По представленной схеме (рис. 15) определить тяговое сопротивление культиватора КПС-4 при сплошной обработке почвы.

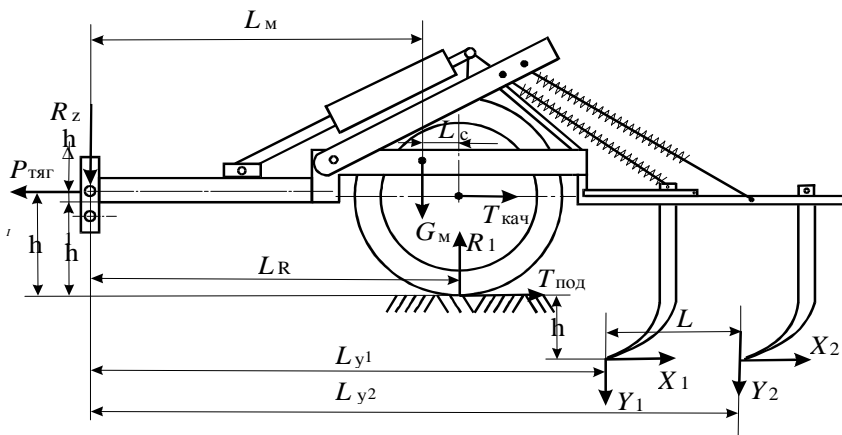


Рис. 15. Схема культиватора КПС-4

Тяговое сопротивление определяется по формуле

$$P_{тяги} = T_{кач} + nx_i + T_{под}$$

где $T_{кач}$ – сопротивление перекатыванию колес, Н, $T_{кач} = fR_1$, f – коэффициент сопротивления перекатыванию, $f \approx 0,25$; n – общее число лап на

культиваторе; x_i – составляющая сопротивления, действующего на одну лапу, Н; $T_{\text{под}}$ – сопротивление подъёму рабочих органов, Н; R_1 – опорная реакция (по данным табл. 6).

$$R_1 = \frac{1}{L_R} \left[G_M L_M + \sum_{i=1}^{i=2} n_i y_i L_{y_i} - n x_i (h + h') - T_{\text{под}} h' \right].$$

Выражение $\sum_{i=1}^{i=2} n_i y_i L_{y_i}$ при двухрядном размещении лап определяется как

$$\sum_{i=1}^{i=2} n_i y_i L_{y_i} = (n_1 L_{y1} + n_2 L_{y2}) m' x_i,$$

где y_i – составляющая сопротивления, действующего на одну лапу, Н; n_1, n_2 – число лап в первом и втором рядах культиватора соответственно. Для КПС-4 $n_1 = n_2 = 8$.

$$y_i = m' x_i,$$

где $m' \approx 0,46$.

Сопротивление подъёма рабочих органов принимается равным $T_{\text{под}} \approx 80$ Н.

При транспортном положении тяговое сопротивление определяется по выражению

$$P_{\text{тяг}} = fG \frac{L_M}{L_R}.$$

Значение x_i определяется по табл. 7.

Содержание отчёта

1. Наименование, цель, задание и краткое содержание работы.
2. Схемы лап культиваторов.
3. Четыре схемы расстановки лап культиваторов.
4. Значение углов поворота β , при которых будет перекрытие, огрех или отсутствие перекрытия и огреха.

Примечание: 1. Табл. 4 и 8 для всех студентов, табл. 5 для вариантов 1 – 4, табл. 6 для 5 – 8, табл. 7 для 9 – 12 вариантов.

2. Если задана величина междурядья, то необходимо по формулам определить размер стрелчатых, односторонних или рыхлительных лап.

Контрольные вопросы

1. Какие типы лап, используемых на культиваторах, Вы знаете и где они применяются?
2. Для чего необходима защитная зона и какое численное значение она имеет?
3. Почему не рекомендуется устанавливать лапы культиватора близко друг к другу и на большом расстоянии в смежных рядах?
4. Как влияет расстояние между рядами лап в культиваторах для сплошной обработки на изменение направления движения?
5. В каких случаях используются рыхлительные лапы?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / под ред. акад. ВАСХНИЛ Г.Е. Листопада. – М. : Агропромиздат, 1986.
2. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – М. : Колос, 1980.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЁРДОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЁМНОГО
СМЯТИЯ ПОЧВЫ 4

Лабораторная работа 2

СНЯТИЕ ПРОФИЛЯ ОТВАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСА
ПЛУГА 6

Лабораторная работа 3

РАСЧЁТ НА ПРОЧНОСТЬ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПЛУГА 10

Лабораторная работа 4

РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ПОСТРОЕНИЕ ЗУБОВОГО
ПОЛЯ БОРОНЫ 17

Лабораторная работа 5

УСТАНОВКА РАБОЧИХ ОРГАНОВ НА КУЛЬТИВАТОРЕ ПРИ
МЕЖДУРЯДНОЙ И СПЛОШНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ 20

Учебное издание

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

Часть 1

Лабораторные работы

Составители:

КАПУСТИН Василий Петрович,
КОНОВАЛОВ Дмитрий Николаевич

Редактор Е.С. Кузнецова

Инженер по компьютерному макетированию Т.Ю. Зотова

Подписано в печать 22.11.2012

Формат 60 × 84/16. 1,86 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 587

Издательско-полиграфический центр ФГБОУ ВПО "ТГТУ"
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14