

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Сельскохозяйственные машины»

П. Е. Родзевич

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности**

**1-36 12 01 «Проектирование и производство
сельскохозяйственной техники»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2018

УДК 631.3(075.8)
ББК 40.72.я73
Р60

*Рекомендовано научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 6 от 26.06.2017 г.)*

Рецензент: декан машиностроит. фак. ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук, доцент
Г. В. Петришин

Родзевич, П. Е.
Р60 Сельскохозяйственные машины : практикум по выполнению лаборатор. работ для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» днев. и заоч. форм обучения / П. Е. Родзевич. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 50 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Представлены лабораторные работы по курсу «Сельскохозяйственные машины», в которых содержится материал по определению коэффициентов объемного смятия почвы, трения, скольжения и покоя сельхозматериалов по различным поверхностям, устройству навесного плуга, определению основных характеристик сельхозорудий и основ их установки.

Для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 631.3(075.8)
ББК 40.72я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Определение твердости и коэффициента объемного смятия почвы.....	4
Лабораторная работа №2. Определение коэффициентов трения скольжения и покоя сельскохозяйственных материалов по различным поверхностям.....	8
Лабораторная работа №3. Устройство и подготовка к работе навесного плуга ПЛП-6-3,5.....	11
Лабораторная работа №4. Определение основных характеристик отвальной поверхности.....	18
Лабораторная работа №5. Построение звена зубовой бороны.....	23
Лабораторная работа №6. Построение схемы парового культиватора.....	28
Лабораторная работа №7. Определение влияния различных рабочих органов на продольную равномерность распределения семян при высеве катушечным высевающим аппаратам.....	34
Лабораторная работа №8. Оценка качества работы высевающего аппарата точного высева.....	37
Лабораторная работа №9. Основы расчета и конструирования туковывсевающего аппарата центробежного типа.....	40
Лабораторная работа №10. Проектирование лап культиватора....	44
Литература.....	50

Лабораторная работа №1
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО
СМЯТИЯ ПОЧВЫ.

Общие сведения. Твердость почвы – это ее способность сопротивляться проникновению какого-либо тела под действием усилия.

Характеризует суммарное сопротивление, которое преодолевают взаимодействующие с почвой рабочие органы сельскохозяйственных машин.

При вдавливании в почву твердого тела, например круглого плоского штампа, сопротивление почвы вдавливанию изменяется с изменением глубины погружения этого штампа. Если по оси OX откладывать глубины погружения штампа, а по оси OY – сопротивление вдавливанию, то мы получим график, показанный на рис. 1, а. Из графика видно, что на участке OA , соответствующем глубине погружения штампа h_A , сопротивление, равное усилию вдавливания штампа, изменяется пропорционально глубине погружения h .

В зависимости от типа и состояния почвы $P = f(h)$ на участке OA может изменяться по линейной, квадратичной, степенной, параболической, синусоидальной, тангенциальной или другой зависимости.

Начиная с точки A , штамп продолжает погружаться в почву при постоянной нагрузке, соответствующей пределу пропорциональности (пределу несущей способности почвы).

Обычно определяют среднюю твердость почвы, как среднее удельное усилие, необходимое для вдавливания в почву штампа, т.е .

$$p = \frac{P_{cp}}{S},$$

где: p – твердость почвы, МПа;

P_{cp} – среднее усилие при погружении штампа на глубину h_A , Н;

S – площадь штампа, мм².

Отношение усилия P_A , требующегося для вдавливания наконечника на глубину h_A , соответствующую пределу пропорциональности, к произведению $h_A S$ называется коэффициентом объемного смятия почвы: определить твердость и коэффициент объемного смятия почвы.

$$q = 10^3 \frac{P_A}{h_A S}, \text{ МПа/м.}$$

График зависимости $P = f(h)$ (твердомерные диаграммы) можно записать при помощи специального прибора, называемого твердомером. Обработывая эти диаграммы, можно определить твердость и коэффициент объемного смятия почвы. На рис. 1.1,а примерные реальные диаграммы показаны тонкими линиями, а идеальная диаграмма при линейной зависимости $P = f(h)$ на участке OA – жирной линией.

С определенной степенью приближения последнюю диаграмму иногда принимают как средний результат нескольких диаграмм.

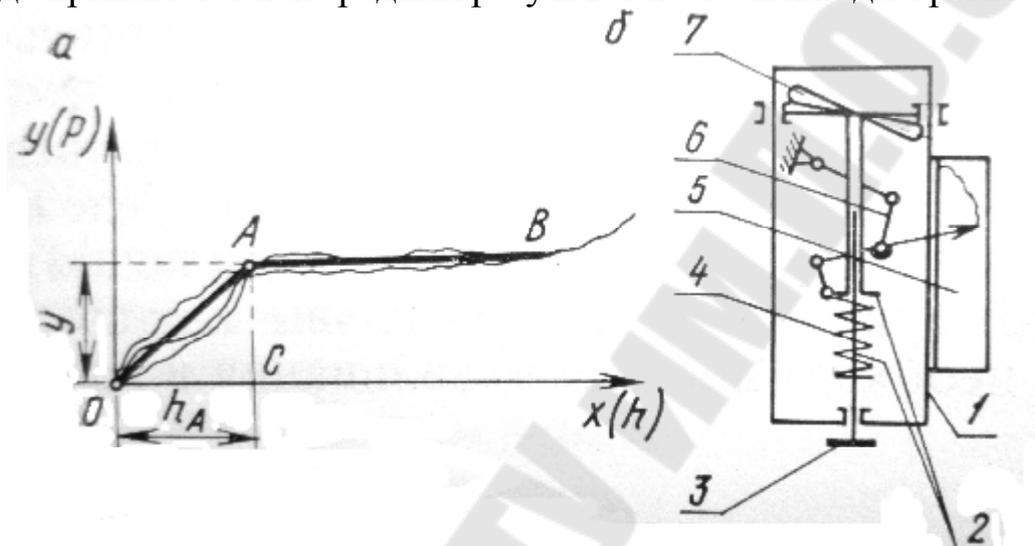


Рисунок 1.1 – Определение твердости объемного смятия почвы

Содержание работы. Записать при помощи твердомера несколько диаграмм твердости почвы (пять-шесть), обработать полученные диаграммы и дать доверительную оценку результатов опыта.

Оборудование, приборы, инструменты и материалы. Твердомер, штангенциркуль, испытываемая почва (в полевых условиях или в почвенном канале), бумага миллиметровая.

Для записи диаграмм твердости почвы используются твердомеры различных типов. Одним из наиболее широко используемых является твердомер Ю.Ю. Ревякина (рис. 1.1, б), состоящий из двух направляющих штанг 1, телескопической штанги 2 со сменным наконечником 3, пружины 4, планки 5 для крепления бумаги, записывающего устройства 6 и нажимных рукояток 7.

Записывающее устройство связано с пружиной 4. Звенья этого устройства рассчитаны так, что карандаш перемещается в направлении оси OX на величину погружения штампа и оси OY – на величину сжатия пружины. Таким образом, на получаемых при помощи твердомера диаграммах по оси OX откладывается глубина погружения

штампа, а на оси OY – деформация пружины, пропорциональная величине прилагаемого усилия.

Порядок выполнения работы:

- 1) записать 5...6 диаграмм твердости;
- 2) обработать полученные диаграммы в следующем порядке, заноса данные в табл. 1.1:

разбить участок h_A каждой i -й диаграммы на k частей, измерить промежуточные значения ординат y_j , этих диаграмм, записав промежуточные значения и суммы этих ординат в таблицу;

подсчитать средние значения ординат каждой диаграммы по формуле

$$y_j = \frac{\sum_{j=1}^k y_j}{k}, \text{ мм}$$

определить среднее значение усилия взаимодействия штампа на глубину h_A :

$$P_i = y_i C, \text{ Н},$$

где C – жесткость (калибр) пружины, Н/мм;

определить твердость почвы по каждой диаграмме:

$$p_i = \frac{P_i}{S}, \text{ МПа};$$

определить значения усилий P_{Ai} , соответствующие пределу несущей способности почвы, как

$$P_{Ai} = Y_{Ai} C, \text{ Н};$$

подсчитать коэффициенты объемного смятия почвы по каждой диаграмме:

$$q_i = \frac{10^3 P_{Ai}}{S h_{Ai}}, \text{ МПа/м}$$

дать доверительную оценку значений твердости и коэффициента объемного смятия почвы по результатам обработки твердомерных диаграмм, в которые вместо иксов с соответствующими индексами подставляются значения твердости p и коэффициентов объемного смятия q .

Содержание отчета: схема твердомера; диаграмма твердости (одна в качестве примера); формулы и необходимые расчеты; таблица результатов опытов.

Таблица 1.1. Результаты обработки диаграмм твердости почвы

№ диа-грам-мы	y_j , мм	Σy_j , мм	k	Y_j , мм	P_i , Н	p_i , МПа	\bar{p} , МПа	S_p , МПа	$S_{\bar{p}}$, МПа	Δp , МПа	$\bar{p} \pm \Delta p$, МПа	P_{Ai} , Н	h_{Ai} , Н	q_i , МПа /м	\bar{q} , МПа /м	Sq , МПа /м	$S_{\bar{q}}$, МПа /м	Δq_i , МПа /м	$q \pm \Delta q_i$, МПа /м

Лабораторная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ И ПОКОЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ

Цель работы. Определить коэффициенты трения скольжения (динамический) и покоя (статический) почвы или иного материала по различным поверхностям (сталь, дерево, пластмасса, резина и др.).

Значения коэффициентов трения f в основном зависят от свойств трущихся поверхностей и являются показателями пропорциональности между максимальным значением силы трения F_{\max} и нормальной составляющей силы давления N , т. е.

$$F_{\max} = fN.$$

Если силы F_{\max} и N определить экспериментально, то коэффициент трения можно рассчитать по формуле

$$f = \frac{F_{\max}}{N}.$$

Коэффициент трения можно определить и другим способом. Так, угол между направлениями сил N и F_{\max} всегда равен $\pi/2$. Если от начала координат отложить векторы сил N и F_{\max} соответственно по осям OX и OY (рис. 2.1а), то направление результирующей силы R отклонится от направления вектора N на некоторый угол φ . Из графика видно, что $F_{\max} = \frac{N}{\operatorname{tg}\varphi}$, следовательно, $f = \operatorname{tg}\varphi$.

Коэффициент трения покоя (статический) вычисляют для момента перехода тела из состояния покоя в состояние движения, когда движущая сила достигает максимального значения силы трения F_{\max} . Например, тело, помещенное на наклонную плоскость (рис. 2.1б), стремится удержаться на ней за счет силы трения, которая уравновешивает составляющую силы тяжести $G \sin \beta$ (β здесь – угол наклона поверхности). В момент начала скольжения тела по плоскости $G \sin \beta = F_{n \max}$.

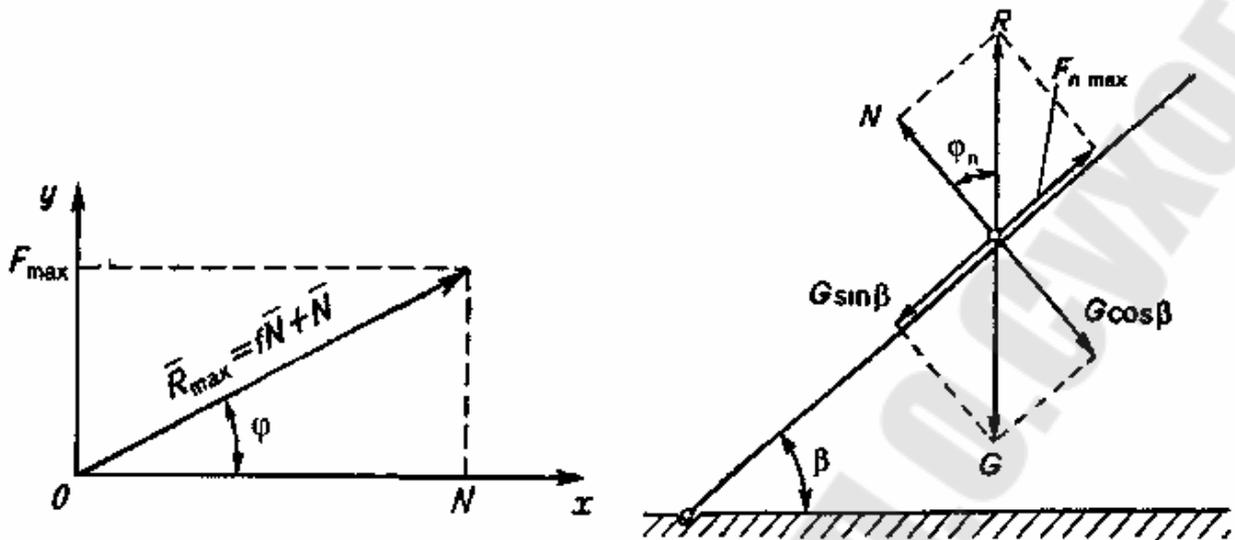


Рисунок 2.1 – Графики для определения равнодействующей и угла трения (а) и силы, действующие на тело на наклонной плоскости (б)

В свою очередь,

$$F_{n \max} = G \cos \beta \operatorname{tg} \varphi_n,$$

где: φ_n – угол трения покоя.

Следовательно,

$$G \sin \beta = G \cos \beta \operatorname{tg} \varphi_n,$$

откуда

$$\varphi_n = \beta, \text{ т.е. } f_n = \operatorname{tg} \beta.$$

Практическая часть. Пары трущихся поверхностей из заданных материалов.

Оборудование и приборы. Пластины из различных материалов, применяемых в сельскохозяйственном машиностроении, чертежная доска, треугольники, бумага, кнопки, почва, удобрения и т. п.

Простейший прибор для определения коэффициента трения покоя состоит из горизонтальной плиты 1 (рис. 1.2), наклонной плоскости 2, к которой крепят испытуемую поверхность, изменяют угол наклона плоскости 2. На закрепленную поверхность кладут почву, удобрения или другой исследуемый материал.

Если увеличивать угол наклона плоскости 2, то к моменту начала скольжения трущихся поверхностей будет соответствовать условие

$$\varphi_n = \beta.$$

Следовательно,

$$f_n = \operatorname{tg} \varphi_n = \operatorname{tg} \beta.$$

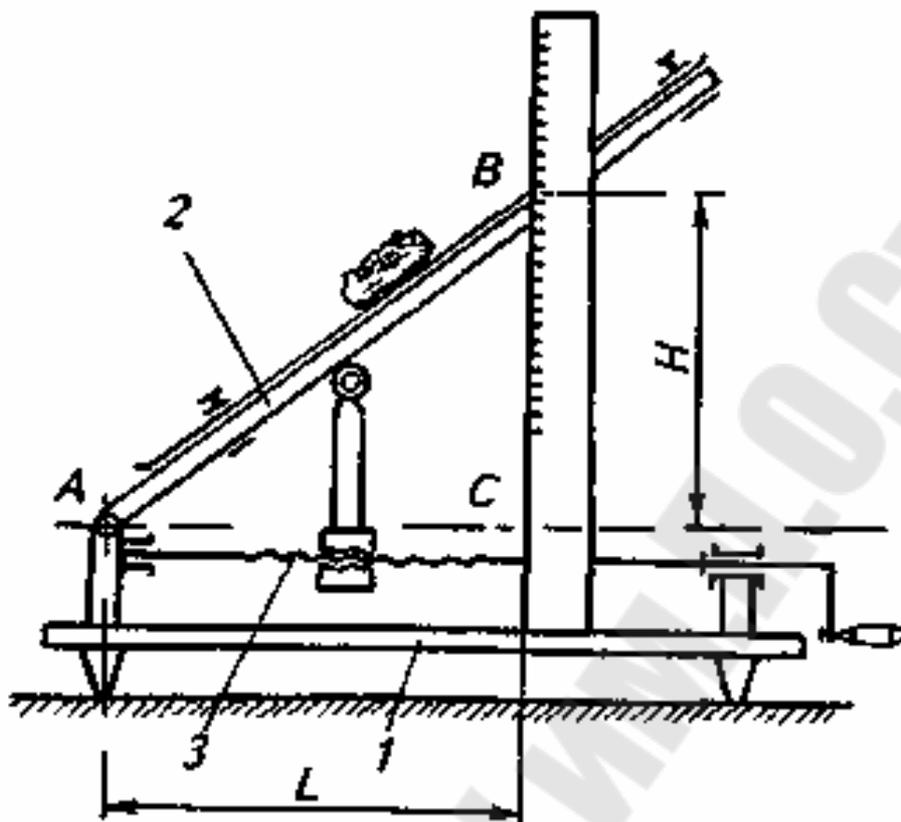


Рисунок 2.2 – Прибор для определения коэффициента трения покоя:
1 – плита; 2 – наклонная плоскость; 3 – винт

При определении коэффициента трения покоя необходимо выполнить следующее.

1. Закрепить на наклонной плоскости 2 (см. рис. 2.2) пластину из исследуемого материала и установить плоскость 2 в положение, близкое к горизонтальному.

2. Положить на исследуемую пластину испытуемый материал.

3. Плавно вращая рукоятку винта, увеличивать наклон плоскости 2 до момента начала скольжения исследуемого материала.

4. Замерить длину H противоположного катета прямоугольного треугольника ABC и длину L прилежащего катета.

5. Рассчитать коэффициент трения покоя

$$f_{ni} = \operatorname{tg}\beta_i = \frac{H_i}{L},$$

где $i = 5$ – число повторений опыта для каждой трущейся пары.

6. Оценить значения коэффициента трения покоя f_n .

7. Определить угол трения покоя по зависимости

$$\varphi = \operatorname{arctg}(f_n).$$

8. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты опытов по определению коэффициента трения покоя

Трущиеся пары	Номер опыта	L , мм	H_i , мм	f_{ni}	f_{ncp}	Φ_n

При обработке результатов измерений необходимо использовать выражения, рассмотренные в теоретической части лабораторной работы.

Лабораторная работа №3

УСТРОЙСТВО И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ НАВЕСНОГО ПЛУГА ПЛП-6-3,5

Назначение и техническая характеристика. Плуг ПЛП-6-35 относится к серии унифицированных предназначен для отвальной пахоты почвы с плугов и предназначен для отвальной пахоты почвы с удельным сопротивлением до 0,088 МПа на глубину до 30 см в агрегате с тракторами класса 30...40 кН. В зависимости от удельного сопротивления почвы, глубины пахоты и наличия тракторов в хозяйстве он может быть переоборудован в 5- и 4-корпусный полунавесной. На плуге могут устанавливаться скоростные корпуса, обеспечивающие вспашку в соответствии с требованиями на скоростях 9...12 км/ч.

Техническая характеристика плуга дана в табл. 1.

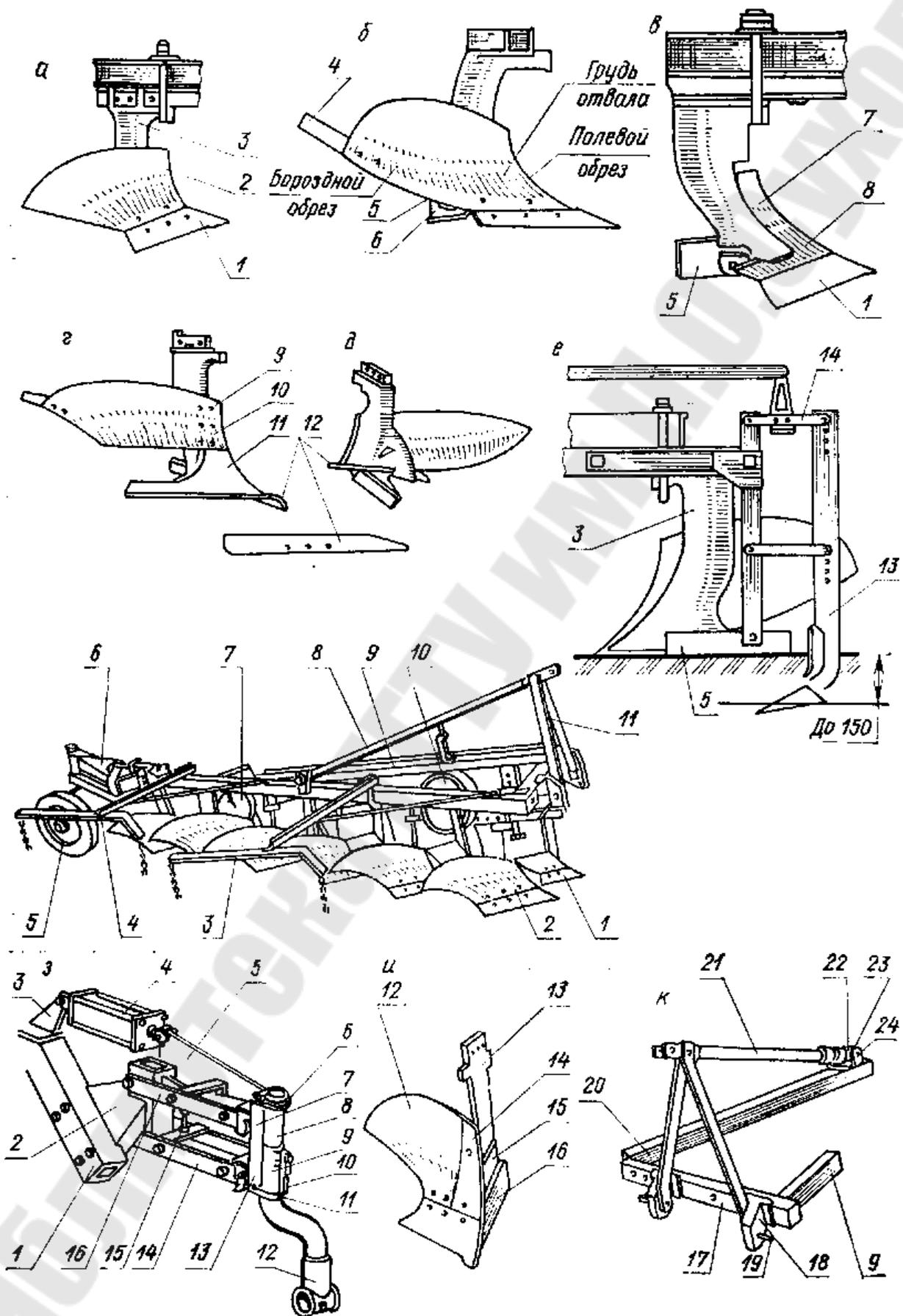
Количество корпусов, шт	6
Ширина захвата, м	2,1
Максимальное удельное сопротивление, МПа	0,09
Максимальная глубина обработки, м	0,3
Производительность, га/ч	2,0

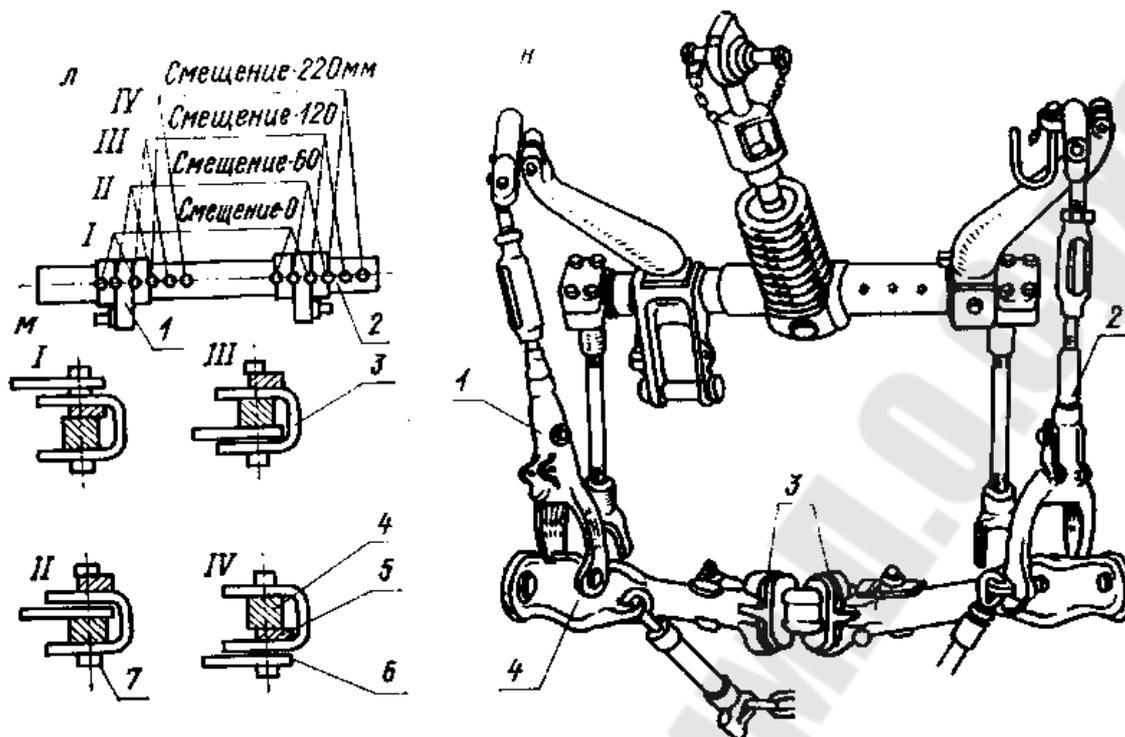
Устройство и работа основных узлов. Плуг состоит из рамы, навески, корпусов 2, предплужников 1, дискового ножа 7, механизма заднего колеса 6, заднего 5 и опорного 10 колес, прицепок для борон 6, 4 догрузателя 8, продольной балки 9 и стойки 11 (рис. 3.1ж).

Рама плуга плоская, сварена из главной 20, продольной 9 и поперечной 17 балок с помощью косынок. К главной балке 20 приварены уголки, к которым двумя болтами крепятся полосы для установки корпусов и предплужников (рис 3.1к) К поперечной балке 17 монтируются два кронштейна 18 с пальцами 19 для соединения с навеской трактора (рис 3.1м). Эти кронштейны могут устанавливаться в разные положения в зависимости от марки трактора, с которым агрегируется плуг. Для этого в поперечной балке имеется 6 пар отверстий (рис. 3.1л). В кронштейнах 18 выполнено три отверстия для перестановки пальцев в зависимости от глубины вспашки.

Навеска плуга состоит из двух стоек 11, между которыми закреплен передний конец телескопического догрузателя 21 (рис. 3.1к). Задний конец догрузателя имеет шток 22, соединенный пальцем 24 с кронштейном 23. Длина бруса догрузателя регулируется посредством гайки и контргайки. Догружатель обеспечивает равномерность глубины вспашки при продольных колебаниях трактора на неровностях поля.

Корпус плуга (рис. 3.1и) состоит из сварной стойки 13 переменного прямоугольного сечения, литого башмака 15, лемеха, груди отвала 14, крыла отвала 12 и полевой доски 16. Между крылом отвала с тыльной стороны и стойкой установлена распорка. Лемех самозатачивающийся, наплавленный с тыльной стороны твердым сплавом. Полевая доска воспринимает боковое усилие, действующее на корпус плуга в горизонтальной плоскости, устраняя разворот плуга и улучшая устойчивость его хода по ширине захвата.





3.1. Типы корпусов плуга:

а – скоростной корпус; б – полувинтовой корпус; в – безотвальный корпус; г – вырезной корпус; д – корпус с выдвижным долотом; е – культурный корпус с почвоуглубителем; ж – навесной плуг ПЛП-6-35; з – механизм заднего колеса; и – корпус плуга; к – навеска плуга; л – установка кронштейнов на поперечной балке рамы; м – положение штока догрузателя; н – навеска трактора.

Предплужник представляет собой небольшой плужный корпус с шириной захвата 230 мм и предназначен для подрезания верхнего слоя почвы и укладки его на дно борозды. Он состоит из лемеха, отвала и стойки. Хомутом и державкой стойка предплужника крепится к раме плуга. Положение предплужника на нужную глубину пахоты фиксируется выступом державки, вставленным в одно из отверстий стойки предплужника. Лемех предплужника самозатачивающийся, наплавлен с тыльной стороны твердым сплавом.

Дисковый нож монтируется перед предплужником последнего корпуса так, чтобы расстояние от оси ножа до носка лемеха предплужника было 120 мм. Он предназначен для разрезания пласта в вертикальной плоскости и получения ровного обреза борозды последнего корпуса.

Опорное колесо служит для установки и регулировки глубины пахоты. Оно состоит из диска, стойки с кронштейном, сварной державки и ступицы, в которую входит полуось. В ступицу запрессованы два конических подшипника и резиновые уплотнения.

Заднее колесо предназначено для транспортировки и опоры задней части плуга. Колесо состоит из шины, обода и ступицы. Оно вместе со ступицей вращается на двух конических подшипниках, смонтированных на полуоси.

Механизм заднего колеса (рис. 3.13) служит для перевода плуга из транспортного положения в рабочее и обратно, а также для регулировки положения заднего колеса относительно опорной плоскости корпусов во время пахоты. Он состоит из двух нижних рычагов 14, верхнего рычага 16 с водилом 5, двух стаканов 8, 9, в которых установлена ось 12 заднего колеса. На верхний конец оси надето направляющее кольцо 6 с пазом и закреплено гайкой. В паз кольца 6 входит ролик 7, смонтированный на планке 13, которая шарнирно связана с задними концами рычагов 14, 16. Когда плуг находится в рабочем положении, ролик 7 заходит в паз кольца 6 и сохраняет постоянную установку заднего колеса. При подъеме плуга в транспортное положение планка 13 опускается вниз, ролик 7 выходит из паза и не препятствует повороту оси на 360° . На нижнем стакане крепится рессорная пружина 10 с роликами. На прямолинейном движении и небольших боковых нагрузках ролик находится в пазу кольца 11, приваренного к оси 12. Во время поворота агрегата сильное боковое давление выжимает ролик 7 из паза и задняя ось легко поворачивается на 360° . Срабатывание рессорной пружины регулируется набором регулировочных пластин толщиной 0,5 мм. Положение заднего колеса при установке плуга на заданную глубину вспашки регулируется упорным болтом 15. Подъем и опускание плуга осуществляются гидроцилиндром 4, установленным на стойке 3 и соединенным с водилом 5. Механизм заднего колеса смонтирован на кронштейне 2, который крепится к балке 1 четырьмя болтами.

Технологический процесс обработки почвы плугом ПЛП-6-35 выполняется следующим образом: предплужник подрезает верхний слой почвы на глубину 100...120 мм, переворачивает и укладывает его на дно борозды. Уложенный слой закрывается пластом, поднимаемым основным корпусом, в результате чего достигается полная и глубокая заделка сорняков и пожнивных остатков.

Регулировки плуга. Для устойчивого движения плуга необходимо, чтобы линия тяги трактора проходила через точку, лежащую в плоскости дна борозды, смещенную вправо от центра тяжести из расчета 20 мм на каждый корпус. При агрегатировании плуга с трактором Т-150К понизители механизма навески плуга закрепляют в крайнее левое положение на переднем бруске его рамы. Пальцы подвески устанавливаются на нижние отверстия 1 понизителей (рис. 9л), а брус догрузатель в крайнее левое положение. В случае агрегатирования плуга с трактором Т-150 понизители механизма навески закрепляют в крайнее правое положение, а догрузатель устанавливают на кронштейне в крайнем правом положении. Установку понизителей механизма навески пятикорпусного плуга производят на второе отверстие, а догрузателей на кронштейне – в середине справа.

Дисковый нож устанавливают у предплужника последнего корпуса на расстоянии от его носка до оси ножа 120 мм и с зазором 10 мм между плоскостью диска и полевым обреза предплужника.

Отвод дискового ножа в сторону осуществляют поворотом стойки после ослабления гаек скобы.

Регулировку глубины обработки почвы производят после навешивания плуга на трактор и присоединения шлангов гидросистемы. Затем необходимо установить агрегат на ровной площадке, отвернуть стопорный болт державки опорного колеса и, вращая винт по часовой стрелке, поднять опорное колесо на высоту, соответствующую требуемой глубине пахоты. При этом нужно учитывать глубину колеи опорного колеса в почве, которая может быть 10...25 мм.

Регулировочный болт механизма заднего колеса устанавливают так, чтобы головка его слегка касалась упора, а задний корпус и заднее колесо должны находиться на одном уровне в горизонтальной плоскости. Гайки догрузателя подвески завернуть до отказа, чтобы был зазор между торцами бруса догрузателя и гайками.

Во время прохода первой борозды шестой корпус должен вспахивать почву на глубину, установленную опорным колесом, а первый – на 1/3 этой глубины. В этом случае правая сторона рамы должна быть выше левой. Меньшую глубину пахоты первым корпусом устанавливают регулировкой раскосов 1, 2 (рис. 3.1м) при соединении плуга с трактором, а глубину пахоты шестым корпусом регулируют болтом механизма заднего колеса и гайкой догрузателя. После прохода плугом двух-трех борозд приступают к окончательной установке глубины пахоты. Выравнивают раму плуга так, чтобы она была па-

параллельна поверхности почвы, а все корпуса должны вспахивать почву на одинаковую глубину. Перекосы рамы в поперечном направлении устраняют регулировкой раскосов навески трактора. Наклон рамы плуга влево устраняют удлинением правого раскоса 2, а наклон рамы вправо — укорочением его. Если задний корпус плуга заглублен меньше, чем остальные, и между головкой регулировочного болта и упором механизма заднего колеса есть зазор, необходимо увеличить длину догрузителя подвески посредством вращения регулировочной гайки до упора с брусом-догрузителем. В случае сильного заглубления заднего корпуса необходимо регулировочный болт механизма заднего колеса несколько вывернуть. Возможные неисправности при работе плуга и способы их устранения представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Возможные неисправности при работе плуга и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Различная глубина хода передних и задних корпусов	Неправильная установка в продольной плоскости	Регулировочным болтом механизма заднего колеса или догрузителем навески
Плуг заносит в сторону поля или в сторону борозды	Неправильная установка в горизонтальной плоскости	Перестановкой осей подвески или смещением оси подвески на раме
Заметен стык между проходами плуга	Рабочий захват отличается от номинального	Изменением положения трактора относительно стенки борозды
Разрушается стенка борозды и нарушается прямолинейность хода агрегата	Неправильно смещены и установлены тяги навески трактора и понизителей плуга	Перестановкой тяг навески трактора и понизителей плуга
Повышена нагрузка на опорные колеса	Не отрегулирована горизонтальность рамы в продольной и поперечной плоскостях	Регулировкой раскосов навески трактора и болтом механизма заднего колеса

Лабораторная работа №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТВАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Общие сведения. Характер воздействия рабочей поверхности корпуса плуга на почвенный пласт зависит как от свойств почвы, так и от параметров самой поверхности. Лемешно-отвальная поверхность представляет собой цилиндроид, кривизна которого в различных местах зависит от формы направляющей кривой, положении плоскости, расположения этой кривой, закона изменения углов наклона, образующих поверхности, к вертикальной плоскости, совпадающей со стенкой борозды. Для снятия характеристик рабочих поверхностей пользуются методом профилирования, который после определенных геометрических построений дает возможность определить основные параметры поверхности. Тип поверхности определяет ее способность выполнять технологические операции по обработке почвы, например, крошащую и оборачивающую способность плужных корпусов.

Выполнение работ по профилированию рабочих поверхностей почвообрабатывающих органов развивает навыки определения типа поверхности путем внешнего осмотра, что позволяет по внешнему виду прогнозировать качество выполнения технологического процесса, выполняемого этой поверхностью.

Содержание работы. Замерить координаты определенных точек отвальной поверхности корпуса плуга, построить ее горизонтальную проекцию, определить минимальный и максимальный угол наклона образующих поверхности и лезвия лемеха к стенке борозды, конструктивную и рабочую ширину захвата корпуса, величину отклонения Δb ; верхней точки полевого обреза от плоскости стенки борозды, подсчитать максимально допустимую глубину пахоты корпусом при его работе без предплужника из условия устойчивого оборота пласта. Установить, к какому типу относится поверхность, найти положение плоскости направляющей кривой и построить кривую.

Оборудование, приборы и инструмент. Профилометр, набор цилиндрических корпусов, миллиметровая бумага (формат А3 или А4), чертежный инструмент.

Профилометр (рис. 4.1) состоит из установленной на раме горизонтальной плиты 1 с нанесенной на ней стомиллиметровой сеткой, суппорта 2 с вертикальной стойкой 3, по которой перемещается пол-

зун 4 с продетой в его паз горизонтальной линейкой 5. Миллиметровые шкалы на передней кромке плиты 1, линейке 5 и стойке 3 позволяют определять положение точек рабочих поверхностей в прямоугольной пространственной системе координат.

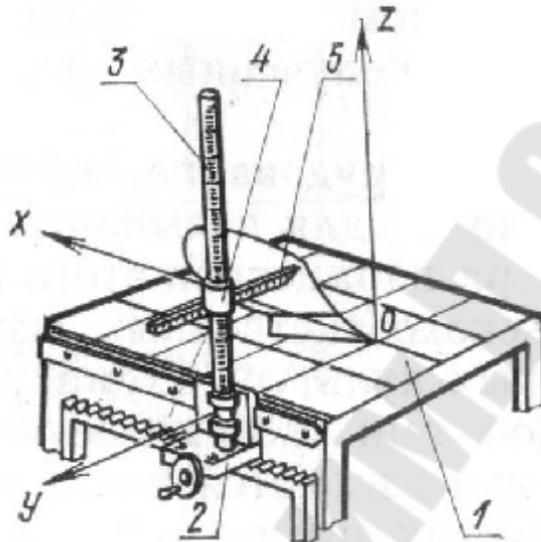


Рисунок 4.1 – Профилметр – общий вид.

4. Порядок выполнения работы:

1) установить корпус плуга на плиту профилметра, совместив носок лемеха с началом координат и расположив конец полевой доски на оси OX . Если носок лемеха долотообразный, то под концы полевой доски и лезвия лемеха необходимо подложить подкладки, обеспечив параллельность лезвия плите профилметра;

2) нанести на рабочую поверхность корпуса следы горизонтальных секущих плоскостей через 25 мм на лемехе и через 50 мм на отвале и пронумеровать их римскими цифрами. Левые по ходу корпуса концы прямых считать точками 1, а правые – точками 2;

3) совмещая конец горизонтальной линейки 5 с соответствующими точками, определить их координаты X , Y и Z и результаты занести в табл. 4.1;

4) построить на миллиметровой бумаге в масштабе 1: 5 горизонтальную проекцию рабочей поверхности (рис. 4.2);

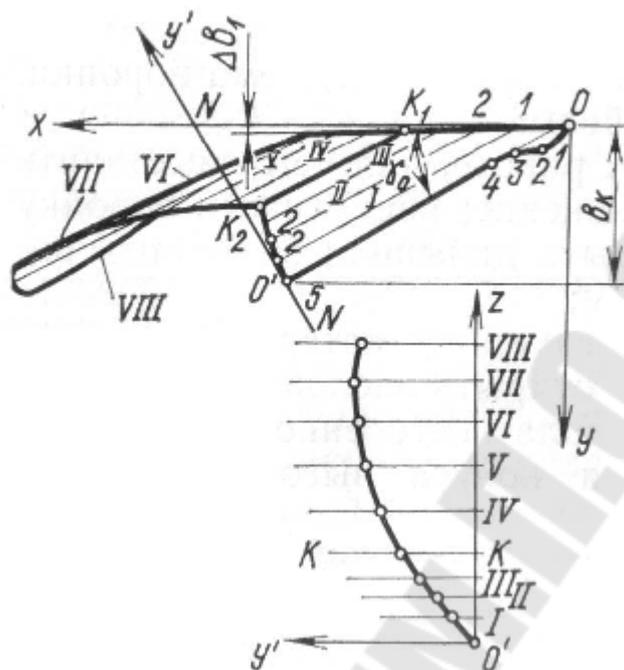


Рисунок 4.2 – Горизонтальная проекция рабочей поверхности плужного корпуса

5) определить углы наклона к стенке борозды лезвия лемеха γ_0 , линии стыка лемеха с отвалом γ_{\min} и последней образующей, лежащей на крыле отвала γ_{\max} , используя формулы:

$$\operatorname{tg}(\gamma_0) = \frac{Y5_0}{X5_0} \quad (1)$$

$$\operatorname{tg}(\gamma_{\min}) = \frac{Yk_2}{Xk_2 - Xk_1} \quad (2)$$

$$\operatorname{tg}(\gamma_{\max}) = \frac{Yn_2 - Yn_1}{Xn_2 - Xn_1} \quad (3)$$

В формуле (3) координаты точек, помеченные индексом n , соответствуют последней образующей крыла отвала;

б) по полученным значениям углов γ_0 , γ_{\min} и γ_{\max} установить тип отвальной поверхности, используя данные табл. 4.2;

Таблица 4.1

Образующие характерные линии и точки	№ точки обреза	Координаты точек		
		x	y	z
Лезвие лемеха*	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
I	1			
	2			
II	1			
	2			
III	1			
	2			
IV	1			
	2			
Стык лемеха с отвалом	K_1			
	K_2			
V и т.д. до N-ной образующей	1			
	2			
Верхняя точка полевого обреза	1			
Переход от верхнего обреза к правому	1			
Наивысшая точка верхнего	1			

* Если лемех трапецеидальной формы, то достаточно замерить координаты двух точек лезвия (носка и конца)

Таблица 4.2.

Тип отвальной поверхности	Значения углов, град.		
	γ_0	$\gamma_0 - \gamma_{\min}$	$\gamma_{\max} - \gamma_0$
Культурная	40...45	1...3	2...8
Полувинтовая	35...40	2...4	8...15
Для скоростной вспашки	32...38	7	2

7) определить конструктивную ширину захвата корпуса, как $b_k = Y_5$ (для долотообразного лемеха) или $b_k = Y_2$ (для трапецеидального лемеха) и подсчитать длину лезвия лемеха как:

$$l = \frac{l_k}{\sin(\gamma_0)} \quad (4)$$

8) построить направляющую кривую, которая находится в вертикальной плоскости, перпендикулярной лезвию лемеха и проходящей через конец лезвия лемеха для полувинтовых поверхностей и на расстояние $2/3l$, считая от носка корпуса, – для культурных поверхностей.

Для построения направляющей кривой (рис. 2) необходимо: провести след NN плоскости направляющей кривой на горизонтальной проекции корпуса; провести координатные оси $O'Z$ и $O'Y'$ (ось $O'Y'$ лежит в плоскости N и начало координат O' находится на лезвии лемеха) и на них отложить высоту расположения образующих, а затем из полученных точек провести прямые параллельные оси OY' (следы горизонтальных секущих плоскостей на плоскости N); измерить в направлении следа NN расстояния от лезвия лемеха до горизонтальных проекций образующих и отложить эти отрезки на соответствующих следах горизонтальных плоскостей в координатах $Y'O'Z'$ полученные точки соединить плавной линией, которая и явится искомой направляющей кривой;

9) установить рабочую ширину захвата корпуса, учитывая, что $b_p < b_k$, так как на многокорпусных плугах корпуса устанавливают с перекрытием 20...40 мм. На отечественных плугах общего назначения устанавливаются корпуса с рабочей шириной захвата 30, 35 и 40 см. Учитывая это, величина перекрытия:

$$\Delta b = b_k - b_p \quad (5)$$

где за b_p принимается ближайшее к b_k одно из значений рабочей ширины захвата;

10) подсчитать, исходя из условий устойчивого оборачивания пласта, максимально возможную глубину пахоты исследуемым корпусом по выражению:

$$a = \frac{b_p}{k} \quad (6)$$

где a – глубина пахоты; k – коэффициент соотношения размеров поперечного сечения поднимаемого корпусом пласта.

Критическое значение коэффициента $k = 1,27$. Для устойчивого оборота пласта необходимо принимать k больше критического значения (рекомендуется 1, 30... 1, 35);

11) полученные в результате замеров и расчетов результаты занести в табл. 3.

5. Содержание отчета: табл. 4.1 и 4.3; выполненный на миллиметровой бумаге в масштабе 1:5 чертеж горизонтальной проекции плуга с нанесенными основными линейными в угловыми размерами (согласно данным табл. 4.3) и направляющей кривой.

Таблица 4.3.

γ_0 , град	γ_{\min} , град	γ_{\max} , град	Тип от- вально й по- верх- ности	b_k , м	b_p , м	Δb , мм	l , мм	a_{\max} , мм	Высо- та по- левого обреза, мм	Вы- сота кор- пуса, мм	Δb_1 , мм

Лабораторная работа №5 ПОСТРОЕНИЕ ЗВЕНА ЗУБОВОЙ БОРОНЫ

Общие требования. Борона, как орудие дополнительной обработки почвы, должна удовлетворять следующим требованиям: расстояния между следами зубьев должны соответствовать агротехническим требованиям и быть одинаковыми по всей ширине захвата, каждый зуб должен идти по отдельному следу, пространство между зубьями не должно забиваться сорняками и растительными остатками; борона должна иметь устойчивый ход в горизонтальной и вертикальной плоскости. Указанным требованиям хорошо удовлетворяет распо-

жение зубьев на прямолинейных поперечных планках в точках пересечения их с линиями развертки правого и левого (основного и дополнительного) многоходового винта. При этом параметры винта выбираются из условия выполнения вышеизложенных требований. Каждый зуб будет идти по отдельному следу, если число поперечных планок не кратно числу ходов как основного, так и дополнительного винта, По величине давления, передаваемого на почву одним зубом, бороны подразделяются на тяжелые, средние и легкие. Это давление составляет для легких борон 6...10 Н, для средних – 12...15, тяжелых – 16...20 Н.

Содержание работы. На листе формата А4, А3 чертежной или миллиметровой бумаги по заданному варианту (табл. 4) построить в масштабе 1:5 или 1:10 звено зубовой бороны, определить ее вес, тяговое сопротивление и направление линии тяги Низ условия устойчивости звена в вертикальной плоскости.

Порядок выполнения работы:

1) построить зубовое поле бороны в следующей последовательности: определить шаг винтовых линий по выражению (7):

$$b = M \cdot a \quad (7)$$

где M – число поперечных планок; a – расстояние между следами зубьев;

определить ход основного винта, как

$$t = b \cdot K, \quad (8)$$

где K – число ходов основного винта;

определить ход дополнительного винта по формуле (9)

$$t_1 = b \cdot K_1 \quad (9)$$

где K_1 , – число ходов дополнительного винта, которое определяется из условия:

$$K + K_1 = M \quad (10)$$

провести (рис. 5.1) $M+1$ горизонтальных линий (образующих цилиндра) на расстоянии h в выбранном масштабе; от выбранной на первой образующей точки A отложить отрезок AB , равный ходу винта и разделить его на K отрезков, равных шагу b ; из точки B провести перпендикулярную к образующим прямую до пересечения с образующей $M+1$ и обозначить точкой C ; провести прямую AC , которая является разверткой винтовой линии основного винта; на расстоянии b провести ряд прямых, параллельных AC ; отложить от точки B K_1 шагов и отметить точку D , при этом расстояние BD должно быть равно ходу дополнительного винта; провести наклонную прямую DC и

затем с шагом b провести ряд прямых, параллельных DC ; условием правильности построения является пересечение разверток винтовых линий основного и дополнительного винта на поперечных планках (образующих винта);

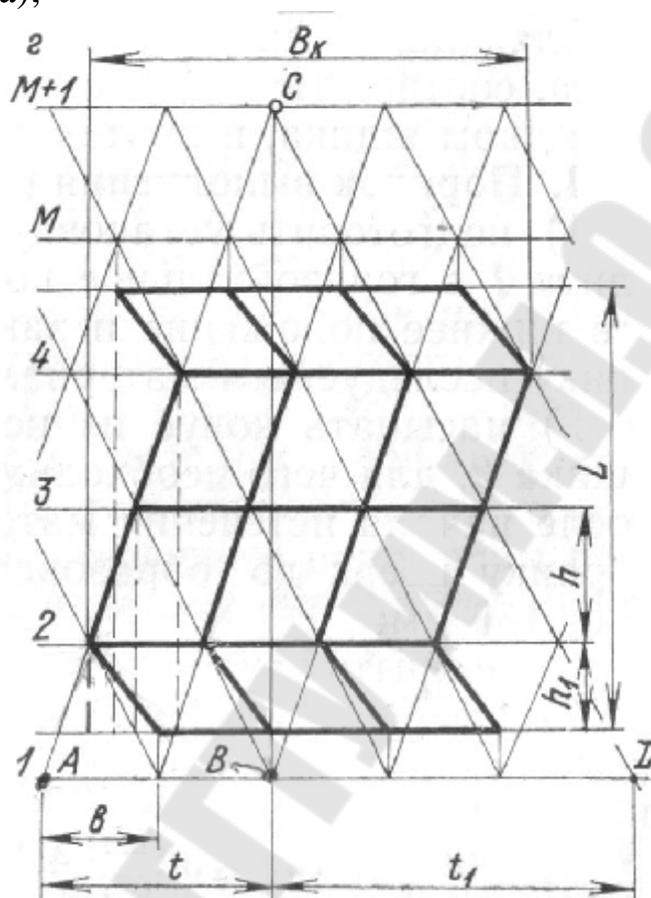


Рисунок 5.1 – Схема построение звена зубовой бороны.

2) построить контуры звена бороны, исходя из следующих соображений: выбрать M поперечных планок, считая снизу вверх или наоборот, и наметить контур зигзагообразной планки таким образом, чтобы точки пересечения ее с поперечными планками проектировались на первую образующую на расстоянии, a друг от друга без пропусков; для пятипланчатой бороны это условие легко выполняется, если средняя часть зигзагообразной планки будет проходить по разверткам винтовых линий, составляющих с поперечными планками больший угол; для семипланчатых борон может быть несколько вариантов изгиба продольных планок, например, изгиб на каждой поперечной планке; методом подбора можно выбрать и другие варианты; уменьшить расстояние между крайними парами планок, для чего провести на расстоянии h_1 от второй и предпоследней планок допол-

нительные прямые; спроектировать на эти прямые точки пересечения винтовых линий с первой и последней планками; провести N зигзагообразных планок, и, соединив их поперечными планками, закончить построение контура звена бороны; проверить правильность построения, спроектировав следы зубьев, расположенных в точках пересечения поперечных и зигзагообразных планок, на поперечное направление; и зигзагообразных планок, на поперечное направление;

3) определить основные параметры звена бороны:

Конструктивная ширина захвата:

$$B_k = a \cdot (Z - 1), \text{ м} \quad (11)$$

где Z – число зубьев на звене ($Z = M \cdot N$);

рабочий захват:

$$B_p = Z \cdot a, \text{ м} \quad (12)$$

длину звена:

$$L = 2 \cdot (h_1 + h), \text{ м} \quad \text{– для пятипланчатой,}$$

$$L = 2 \cdot h_1 + 4 \cdot h, \text{ м} \quad \text{– для семипланчатой бороны,} \quad (13)$$

Тяговое сопротивление звена:

$$P = Z \cdot k, \text{ Н} \quad (14)$$

направление линии тяги:

$$a = \arctg\left(\frac{2 \cdot l_0}{L}\right), \text{ м} \quad (15)$$

где l_0 – длина зуба, которая принимается 195, 170 и 100 мм соответственно для тяжелой, средней и легкой бороны.

4) нанести размеры на схему звена бороны.

Содержание отчета: исходные данные; расчёты для построения звена бороны и определения его параметров схема звена бороны.

Таблица 5.1. Исходные данные для расчета зубовой борона.

№ Варианта	Тип борона	Число поперечных планок M	Число ходов основного винта, K	Число зигзагообразных планок N	a , мм	h , мм	h_1 , мм	q , Н	k , Н
1	Лёгкая	5	3	4	30	150	100	6,0	10,0
2	Средняя	7	2	5	40	220	120	12,0	21,5
3	Тяжёлая	7	3	6	50	250	150	16,5	40,0
4	Средняя	5	3	4	45	250	150	13,0	22,5
5	Лёгкая	5	2	3	35	180	100	7,0	11,0
6	Тяжёлая	7	4	5	55	300	150	17,5	41,0
7	Средняя	7	5	6	50	250	160	14,0	23,5
8	Тяжёлая	5	3	4	60	350	200	18,5	42,0
9	Лёгкая	5	2	3	30	200	120	8,0	12,0
10	Тяжёлая	7	5	6	65	400	250	19,5	43,0
11	Средняя	5	2	3	50	220	120	15,0	24,5
12	Тяжёлая	5	3	4	70	350	220	20	44,0
13	Средняя	7	4	7	45	250	160	14,5	24,0
14	Лёгкая	5	2	4	35	200	100	10,0	13,0
15	Тяжёлая	7	3	6	75	300	150	19,0	45,0
16	Средняя	5	3	4	40	250	150	13,5	23,0
17	Тяжёлая	5	2	4	80	250	160	18	46,0
18	Средняя	7	2	5	45	220	140	12,5	22,0
19	Лёгкая	5	3	5	30	180	100	9,0	14,0
20	Средняя	5	2	4	50	250	170	12,8	21,0
21	Тяжёлая	7	3	6	75	300	150	17,0	47,0
22	Средняя	7	4	7	50	250	150	13,4	22,4
23	Лёгкая	5	3	5	35	160	90	7,5	15,0
24	Средняя	7	5	7	45	250	160	14,2	23,6
25	Тяжёлая	5	2	6	70	350	220	16,0	48,0
26	Лёгкая	5	2	4	30	160	100	8,5	14,0
27	Тяжёлая	7	4	7	65	400	260	16,4	49,0
28	Средняя	5	3	5	40	250	170	12,6	22,8
29	Тяжёлая	7	3	7	60	350	220	17,2	45,0
30	Лёгкая	5	2	4	35	160	110	6,5	13,0

Лабораторная работа №6
ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ПАРОВОГО КУЛЬТИВАТОРА

1. Общие сведения. Паровые культиваторы предназначены для сплошной обработки почвы и могут быть укомплектованы рыхлительными или стрелчатými универсальными лапами. Как рыхлительные, так и стрелчатые лапы расстанавливаются на брус с перекрытием лап по ширине захвата. За ширину захвата рыхлительных лап принимается ширина зоны деформации почвы в параллельном поперечному брусу направлении. Ширина этой зоны зависит от конструкции лапы, глубины ее хода и свойств почвы и может быть определена согласно схеме (рис. 4) по формуле (16)

$$b_p = d + \frac{2 \cdot a \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}{\cos(\alpha + \varphi)} \quad (16)$$

где d – конструктивная ширина лапы, м;

a – глубина обработки, м;

θ – угол между плоскостями, ограничивающими область деформации в зависимости от типа и состояния почвы;

α – угол вхождения лапы в почву.

Ширину захвата рыхлительной лапы можно определить и графически. Ширина захвата стрелчатой лапы равна ее конструктивной ширине. Перекрытие Δb стрелчатых лап исключает появление огрехов при обработке почвы за счёт возможных отклонений культиватора в горизонтальной плоскости (рис. 6.1)

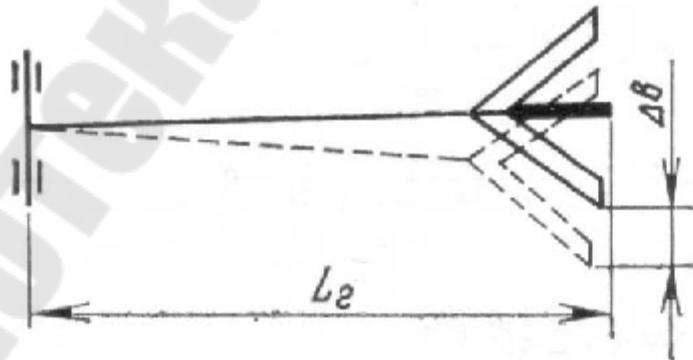


Рисунок 6.1 – Схема парового культиватора.
Следовательно,

$$\Delta b \geq L_2 \cdot \sin \delta \quad (17)$$

где L_2 – длина грядиля, м ($L_2 = 0,4...0,8$); δ – возможный угол отклонения культиватора в горизонтальной плоскости, град. ($\delta = 7...10^\circ$).

Обычно величина перекрытия составляет 35...80 мм в зависимости от типа крепления лап на раме. Так как в одних и тех же точках на бруске могут быть установлены грядиля как с рыхлительными, так и со стрельчатыми лапами, то необходимо соблюдать условие $b_p \geq b_c$. При b_p и b_c последние будут иметь недостаточное перекрытие. Если условие трудно выполнить, то рыхлительные лапы устанавливают в три ряда.

Пространство между лапами не должно забиваться растительными остатками. С этой целью лапы на раме культиватора чаще всего располагают в два или три ряда в шахматном порядке. Расстояние между рядами рыхлительных лап можно определить из условия максимального использования зоны деформации по формуле (18):

$$L \geq l_0 + a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad (18)$$

где l_0 – вылет носка лапы относительно стойки. Обычно L принимается в пределах 400...500 мм. Стрельчатые лапы для предотвращения забивания устанавливаются с таким расчетом, чтобы расстояние между кромками соседних лап было не менее 30...50 мм.

При одинаковой ширине захвата лап в обоих рядах их количество можно подсчитать как

$$z = \frac{B}{t} = \frac{B}{b - \Delta b} \quad (19)$$

где B – ширина захвата культиватора; t – расстояние между следами лап.

Тяговое сопротивление второго ряда лап значительно меньше, чем первого, поэтому во втором ряду устанавливают лапы с большей шириной захвата, чем в первом.

В этом случае ширина захвата культиватора будет представлена так:

$$B = b_1 \cdot z_1 - \Delta b \cdot (z_1 + z_2 - 1) \quad (20)$$

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

Содержание работы. Исходя из данных условия работы (табл. 5), определить ширину захвата рыхлительных лап культиватора и допустимое минимальное расстояние между рядами лап при их распо-

ложении в два ряда. Построить схемы расстановки рабочих органов на раме культиватора при комплектовании рыхлительными и стрельчатыми универсальными лапами. Варианты исходных данных для выполнения работы приведены в табл. 5, где заданы: B – ширина захвата культиватора; Q – глубина обработки; d – конструктивная ширина лапы; α – угол вхождения лапы в почву; θ – угол между плоскостями, ограничивающими область деформации почвы; l_0 – вылет носка лапы относительно стойки; f – коэффициент трения о лапу; δ – угол возможного отклонения рядила.

3. Порядок выполнения работы:

1) определить ширину зоны деформации почвы рыхлительной лапой. Эту ширину очень легко найти графическим путем, для чего необходимо выполнить следующие построения (рис. 6.2): в масштабе построить контуры рыхлительной лапы, заглубленной в почву на глубину a ; провести прямые OA , OB и OC ; перпендикулярно OC провести прямые CC_2 и OO_2 ; отложить на прямой OO_2 отрезок O_1O_2 , равный ширине d рыхлительной лапы; провести под углом $\theta/2$ прямые O_1C_1 , и O_2C_2 и измерить ширину захвата рыхлительной лапы b_p .

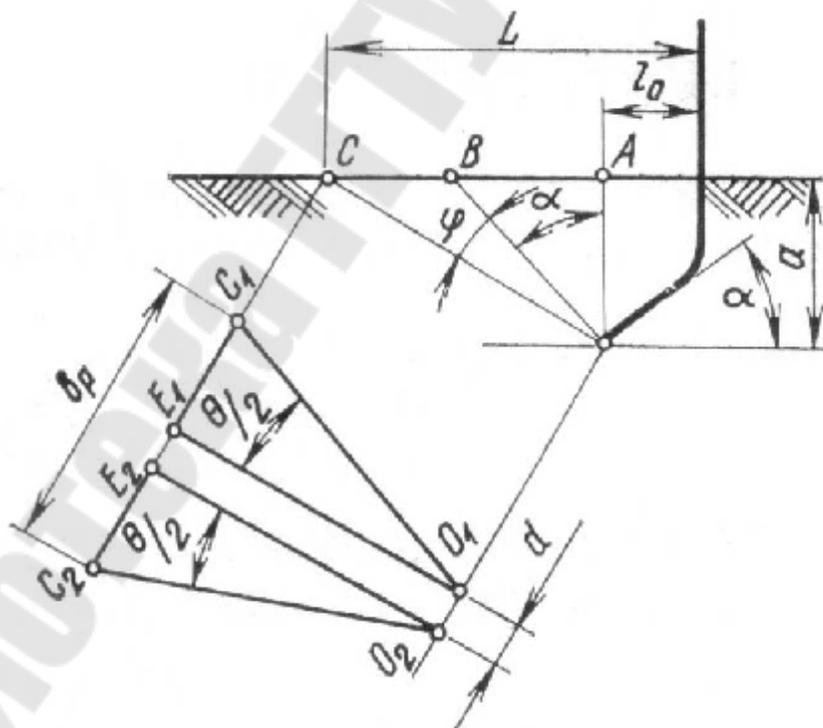


Рисунок 6.2 – Схема парового культиватора.

2) определить минимальное расстояние между рядами лап (по формуле или из чертежа) и округлить его до минимальных рекомендуемых значений;

- 3) определить величину перекрытия по выражению (17);
- 4) подсчитать необходимое количество лап (формула 19), округлив полученный результат до целого нечетного числа;
- 5) построить схему расстановки рыхлительных лап на раме культиватора по аналогии со схемой на рис. 6.3:

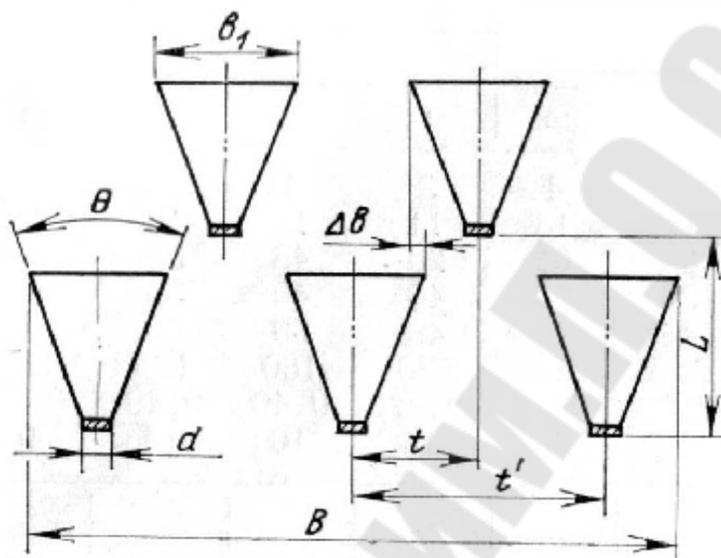


Рисунок 6.3 – Построение схемы работы парового культиватора.

б) выбрать типовые размеры, подходящие для универсальных стрелчатых лап с таким расчетом, чтобы их грядилы можно было закрепить в тех же точках, что и грядилы рыхлительных лап. Стрелчатые универсальные лапы выпускаются с шириной захвата 220, 270 и 330 мм при $2\gamma = 65^\circ$ и 250, 330 и 380 мм при $2\gamma = 60^\circ$. Для этого из предлагаемого ряда размеров стрелчатых лап можно подобрать такие размеры, которые равны или несколько больше ширины зоны деформации рыхлительной лапы, и установить однотипные лапы в обоих рядах, чтобы сумма размеров двух стрелчатых лап различной ширины захвата была равна или несколько превышала $2b_p$. Разница в размерах не должна выходить за пределы возможной величины перекрытия.

Построить схему расстановки стрелчатых лап на раме культиватора по аналогии со схемой рисунком 6.4

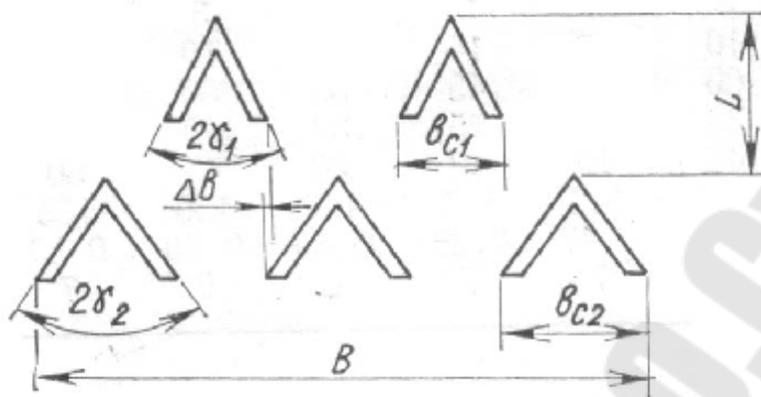


Рисунок 6.4 – Построение схемы работы парового культиватора.

4. Содержание отчёта: необходимые расчёты в отдельной тетради согласно пункту 3 по заданному варианту; схемы определения ширины захвата рыхлительной лапы и расстановки различных типов лап на раме культиватора, выполнение согласно ЕСКД на миллиметровой или чертёжной бумаге подходящего формата.

Таблица 6.1. Варианты исходных данных для построения схемы парового культиватора

Задаваемые параметры	Номера вариантов													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B , м	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
a , см	10	11	12	13	14	15	16	10	12	13	14	15	16	18
d , см	20	45	50	60	63	20	45	50	60	63	20	45	50	60
α , град	35	30	24	25	30	45	40	25	30	30	40	40	35	35
θ , град	40	45	50	50	45	42	40	50	44	46	48	50	48	46
l_0 , мм	155	125	155	140	155	140	205	140	125	125	250	160	145	150
f	0,60	0,51	0,55	0,60	0,40	0,37	0,38	0,51	0,53	0,57	0,47	0,40	0,49	0,53
δ , град	7	8	9	10	10	9	8	7	7	8	9	10	10	9
Задаваемые параметры	Номера вариантов													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
B , м	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
a , см	14	18	12	10	10	12	14	12	10	16	14	12	10	
d , см	63	20	45	50	60	20	45	50	60	20	45	50	60	63
α , град	40	30	25	40	25	30	40	25	30	40	25	30	40	30
θ , град	44	42	45	40	50	50	48	46	44	42	40	40	45	50
l_0 , мм	205	155	125	150	125	145	150	140	140	145	155	125	150	155
f	0,60	0,61	0,54	0,43	0,61	0,57	0,57	0,60	0,53	0,47	0,55	0,59	0,60	0,53
δ , град	8	7	7	8	8	9	9	10	8	7	7	8	9	7

Лабораторная работа №7
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ НА ПРОДОЛЬНУЮ РАВНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ПРИ ВЫСЕВЕ КАТУШЕЧНЫМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ

Общие сведения. Одним из критериев оценки качества посева является продольная равномерность распределения зерен в рядке. Раскладка их в борозде зависит от равномерности высева высевающими аппаратами, характера движения зерен в семяпроводах и каналах сошников. Поэтому на установке отсутствуют устройства для полной имитации работы сеялки в полевых условиях (продольные и поперечные колебания, неравномерность движения сеялки и др.). Оценка равномерности высева производится приблизительно по характеру распределения зерен на движущейся липкой ленте.

Если на установке провести исследования различных рабочих органов, то, сравнивая статистические характеристики распределения зерен, можно оценивать продольную равномерность разностью интервалов между зернами.

В связи с большой неравномерностью высева семян аппаратами зерновых сеялок, такую определяют по равномерности раскладки семян на пятисантиметровых участках.

Описание лабораторной установки. Установка (рис. 7.1) состоит из семенного ящика 3, в котором смонтирован высевающий аппарат, семяпровода, сошника, ленточного транспортера 6, электродвигателя 4 с редуктором, цепных передач.

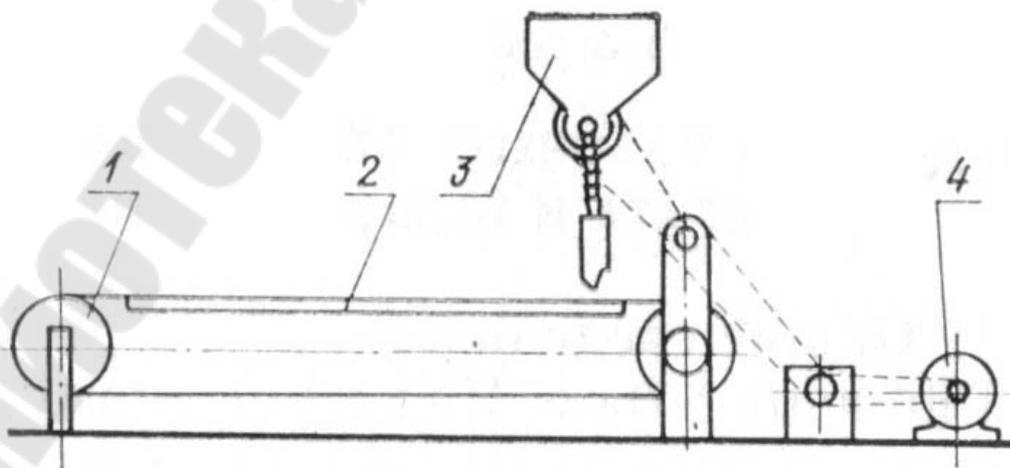


Рисунок 7.1 – Определение равномерности распределения семян при высеве их катушечными аппаратом.

Лента поддерживается направляющей доской 2. Для включения вала высевающего аппарата имеется храповая муфта.

Ленточный транспортер состоит из прорезиненной ленты, огибающей два барабана – ведущий 5 и ведомый 1. Натяжение ленты осуществляется винтовым устройством, перемещающим ведомый барабан. Рабочая часть ленты удерживается от провисания доской. Расстояние между осями барабанов выбрано таким, чтобы на прямом участке верхней части ленты вместились не менее пятидесяти сантиметровых участков. Редуктор и звездочки цепных передач подобраны из расчета линейной скорости ленты 2...3 м/с и соответствующего числа оборотов вала высевающего аппарата.

Оценка равномерности высева семян и распределения их на ленте определяется статистическими характеристиками.

Среднее количество зёрен M на участках:

$$\bar{M} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot m_i}{n} \quad (21)$$

где m_i – количество зерен на участках; P_i – количество участков с m_i зёрен; N – количество участков.

Среднее квадратичное отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n p_i \cdot (\bar{M} - m_i)^2}{n - 1}} \quad (22)$$

Коэффициент вариации:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{M}} \cdot 100\% \quad (23)$$

Содержание работы:

на лабораторной установке произвести высев семян на липкую ленту:

подсчитать количество зерен на участках ленты и определить статистические характеристики их распределения

построить кривые продольного распределения семян.

Порядок выполнения работы:

покрывают часть ленты с различными участками нигролом с мелом или другим клеящим веществом;

устанавливают семяпровод и сошник;

заполняют семенной ящик зерном (не менее 1/3 объема ящика;)

устанавливают регулятор нормы высева на произвольное деление, обеспечивающее нормальную работу высевающего аппарата;

включают электромотор и затем редуктор. При появлении контрольной метки на ленте вводят в действие высевающий аппарат;

выключают двигатель после покрытия зернами всех размеченных участков на ленте;

подсчитывают количество зерен на каждом участке и результаты записывают в табл. 7.1;

Таблица 7.1.

№ варианта	№№ участков											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	и т.д	50
Число зёрен на участках												

меняют сошник или семяпровод на другой исследуемый и повторяют опыт в указанной последовательности. Результаты также заносят в табл. 7.2;

для упрощения расчетов по формулам (21) ... (23) составить табл. 7.2;

Таблица 7.2.

m_i	$m_{max} - m_{min}$	P_i	$P_i \cdot m_i$	$\bar{M} - m_i$	$(\bar{M} - m_i)^2$	$P_i \cdot (\bar{M} - m_i)^2$
Вариант						
1	2	1	2	1	2	1
2	1	2	1	2	1	2

вычислить \bar{M} , σ , V по формулам (21) ... (23) и результаты занести в табл. 7.3;

Таблица 7.3.

№ варианта	\bar{M}	σ	V

построить кривую распределения зерен от m_{min} до m_{max} . Для этого выбрать количество классов и определить классовый промежуток

$$\lambda = \frac{m_{\max} - m_{\min}}{K} \quad (24)$$

где m_{\max} и m_{\min} – соответственно максимальное и минимальное число зерен на участках; K – классовый промежуток, который рекомендуется выбирать в интервале 7...10.

Определить для каждого классового промежутка число зерен (частоту) P_i и частоту зерен в процентах $P_i \%$:

$$P_i = \frac{P_i}{n} \cdot 100\% \quad (25)$$

где n – общее число зерен на участках. Составить табл. 9 распределения частоты зерен в классах.

Таблица 7.4.

Показатели	№ опыта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частота зёрен в классе P_i , шт.	1									
	2									
Частота зёрен в классе P_i , %	1									
	2									

По частоте зерен в классе (табл. 9) построить кривую распределения, для чего отложить по оси абсцисс классовые промежутки (в масштабе), а по оси ординат – частоту зерен в классе и проверить визуально или по критерию Колмогорова соответствие кривой нормальному закону распределения;

сравнить равномерность продольного распределения семян при различных рабочих органах и выбрать из них лучший.

4. Содержание отчета: краткое содержание работы; расчеты показателей по формулам (21) ... (23); таблицы 6...9; графики распределения зерен; заключение о влиянии на равномерность высева различных рабочих органов.

Лабораторная работа №8

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ТОЧНОГО ВЫСЕВА

Общие сведения. Высевающие аппараты точного высева обеспечивают пунктирный посев, при котором должно быть выдержано постоянство интервалов между семенами в борозде. Отклонения от

среднего значения интервала не должны превышать допустимых по агротехническим требованиям.

Агротехнические требования для пунктирного посева: коэффициент вариации – не более 35 %; отклонение от среднего расстояния ± 1 см – не менее 80 % интервалов. Показатели продольной неравномерности определяются по следующим формулам:

Среднее расстояние между зернами

$$\bar{M} = \frac{L}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i}{n} \quad (26)$$

где L – расстояние между крайними зернами на измеряемой длине участка рядка, см; n – количество замеров, шт; l – расстояние между зернами в рядке, см; P_i – число повторностей одинаковых расстояний l_i между зернами

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot (\bar{M} - l_i)^2}{n - 1}} \quad (27)$$

Коэффициент вариации

$$V = \frac{\sigma}{\bar{M}} \cdot 100\% \quad (28)$$

Отклонение от среднего интервала ± 1 см:

$$K = \frac{N}{n} \cdot 100\% \quad (29)$$

Среднее квадратичное отклонение:

где n – количество замеров с отклонениями от среднего интервала ± 1 см.

Содержание работы:

изучить устройство лабораторной установки и освоить методику проведения исследований;

произвести необходимые замеры и методом математической статистики обработать опытные данные;

получить характеристики продольной равномерности высева семян и сравнить их с агротехническими требованиями.

Описание установки. Установка (рис. 8.1) состоит из ленточного горизонтального транспортера 2, банки с аппаратом точного высева 3 (для посева сахарной свеклы или кукурузы), электродвигателя 4, редуктора, цепных передач.

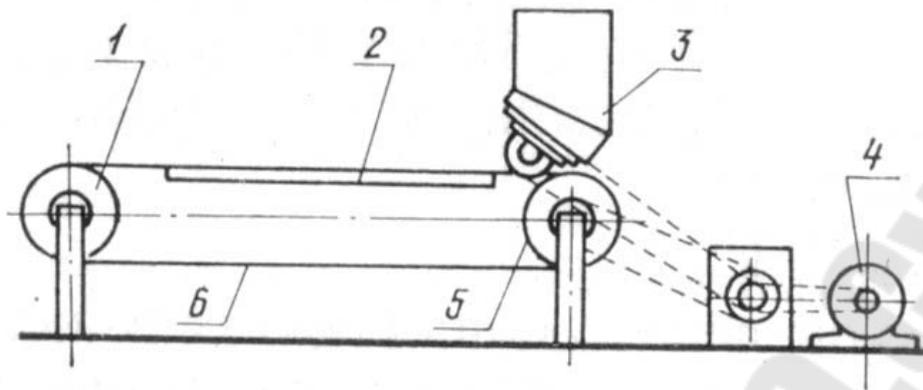


Рисунок 8.1 – Схема установки для оценки работы высевающего аппарата точного высева.

Ленточный транспортер состоит из ведущего и ведомого барабанов, на которые натянута бесконечная прорезиненная лента. Верхняя часть ленты поддерживается направляющими. Натяжение ленты производится винтовым устройством, перемещающим ведомый барабан.

Передаточное число редуктора и цепных передач подобрано таким, чтобы скорость перемещения ленты соответствовала поступательной скорости сеялки при нормальной ее работе в производственных условиях, а высевающий диск производил соответствующее число оборотов. Включение и отключение высевающего аппарата производится храповой муфтой.

4. Порядок выполнения работы:

заполняют банку аппарата соответствующими семенами (свеклы или кукурузы);

покрывают ленту тонким слоем клея между двумя контрольными метками (длина 2 м);

включают электродвигатель, а при появлении контрольной метки – и высевающий аппарат. Когда семена будут высеяны по длине между двумя метками, выключают двигатель и аппарат;

замеряют расстояние между каждой парой соседних семян и показатели заносят в табл. 8.1;

Таблица 8.1.

№ замера	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 и т.д
Расстояние между зёрнами										

группируют показатели одинаковых расстояний l_i между семьями (округляя значения до 1 см) и результаты заносят в табл. 11; по числу замеров n определяют по формуле (26) среднее расстояние между зернами M , результат заносят в табл. 8.2;

Таблица 8.2.

\bar{M}	P_i	$P_i l_i$	$\bar{M} - l_i$	$(\bar{M} - l_i)^2$	$P_i \cdot (\bar{M} - l_i)^2$

производят необходимые расчеты для остальных показателей табл.8.2.

Вычислить σ , V , K соответственно по формулам (26)...(29) и результаты занести в табл. 8.3

Таблица 8.3.

\bar{M}	σ	V	K

Содержание отчета: цель работы, таблицу наблюдений 10, табл. 11 и 12, заключение, в котором дают оценку соответствия показателей агротехническим требованиям.

Лабораторная работа №9

ОСНОВЫ РАСЧЕТА И КОНСТРУИРОВАНИЯ ТУКОВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА

Общие сведения. Разбрасыватели минеральных удобрений с высевающим аппаратом центробежного типа предназначены для сплошного посева по поверхности почвы на полях и садах минеральных удобрений и их смесей. Они, по сравнению с туковыми разбросными сеялками просты по конструкции и надежны в эксплуатации, обладают высокой производительностью благодаря большой ширине разбрасывания удобрений, разбрасывают удобрения в широком диапазоне норм – от 100 до 10000 кг на 1 га. Однако центробежные разбрасыватели имеют худшие показатели по равномерности распределения удобрений как по ширине разбрасывания, так и по длине хода.

Равномерность распределения удобрений центробежными разбрасывателями зависит от большого количества факторов: вида и физико-механических свойств удобрений, рельефа и микрорельефа поля,

состояния почвы, направления и силы ветра и наконец, конструкции и параметров основных рабочих органов разбрасывателя.

Разбрасыватель минеральных удобрений типа НРУ-0,5, рис.9.1 навешивается на тракторы класса 0,6–1,4 тс. Он состоит из бункера 7, имеющего форму усеченной пирамиды и меньшим основанием в нижней части. Внутри бункера на задней и передней его стенках установлены сводоразрушители 8 в виде рамки, движущейся вверх и вниз. Дозирующее устройство состоит из двух поворотных клапанов. При помощи рычага регулируется высота высевной щели, а следовательно и норма высева удобрений.

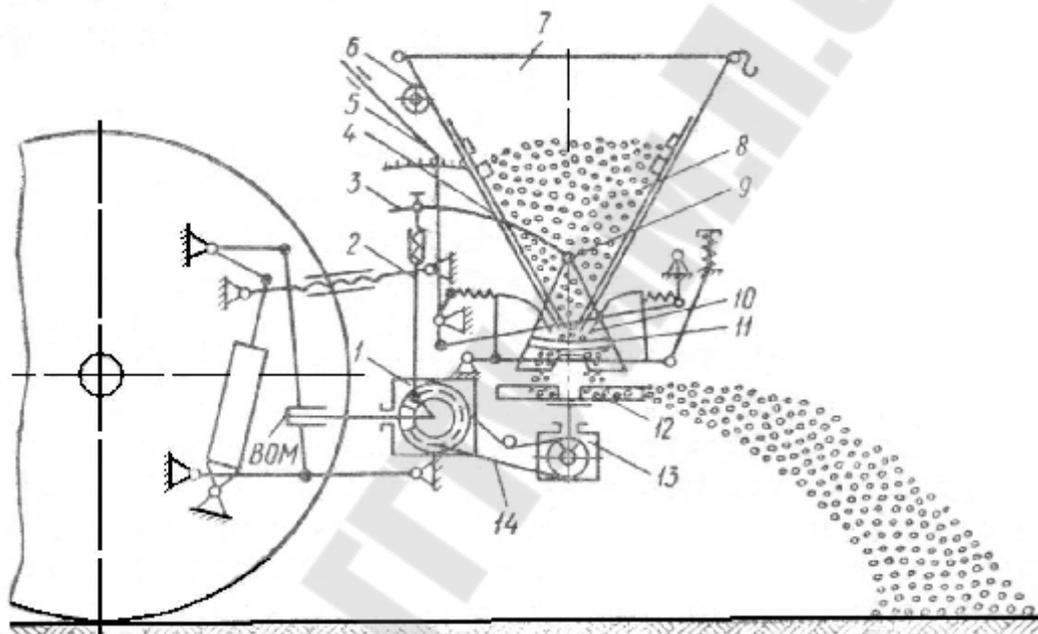


Рис.9.1. Технологическая схема разбрасывателя НРУ-0,5:

- 1- главный конический редуктор, 2- кривошипно-шатунный механизм, 3- коромысло, 4- корпус, 5- рычаг, 7 - бункер, 8 - сводоразрушитель, 9 - колебательный вал, 10 - заслонка, 11 - высевающая планка, 12 - разбрасывающий диск, 13- вертикальный конический редуктор, 14 - цепная передача.

Высевающий аппарат состоит из, высевающей стальной планки 11 зигзагообразной формы, согнутой по радиусу, и разбрасывающих дисков 12. Высевающая планка подвешена к колебательному валу и совершает колебательные движения синхронно со сводоразрушителями. Разбрасывающие диски симметрично расположены под бункером и закреплены на вертикальных валах.

Таблица 9.1

Физико-механические свойства некоторых удобрений и расчетные размеры сводаобразующих отверстий.

Наименование удобрений	Влажность, %	Объемный вес, v , кг/дм ³	Начальное сопротивление сдвигу, τ_0 , кг/м ²	Угол внутреннего трения в град. φ	Коэффициент трения по стали, f	Диаметр образующего отверстия, мм	
						Не уплотненных удобрений	Уплотненных удобрений
Аммиачная селитра	0,5–1,5	0,9	20–30	—	0,4–0,5	100	200
Мочевина	1,57	0,65–0,68	50	23	—	180	250
Суперфосфат гранулированный	4,6–7,0	1,15–1,3	30	33	0,65	15–25	200–300
Суперфосфат порошок	12–15	0,9–1,2	20–30	27	0,5–0,7	80–150	200–350
Калийная соль	2,5–5	0,75–0,85	20–50	35	—	130–160	320–360

Таблица 9.2

Исходные данные для расчета туковысевающего аппарата

Параметры	Номера вариантов											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
v , кг/дм ³	0,9	0,65	0,68	1,3	1,2	0,75	0,85	1,0	1,25	0,8	0,66	0,91
τ_0 , кг/м ²	20	50	50	10	30	40	50	25	15	30	50	30
φ , град	22	23	23	33	33	35	35	27	33	35	23	27
f	0,4	0,6	0,7	0,65	0,65	0,7	0,7	0,5	0,65	0,7	0,45	0,5
H , м	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,65
V_m , км/ч	6	7	9	8	10	12	11	12	8	9	10	7
r_0 , мм	100	80	90	95	85	110	100	105	95	90	85	95
D , м	0,35	0,4	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,55	0,6	0,65	0,45	0,4
Q , кг/га	100	250	200	500	1000	800	700	600	800	900	150	700
V , м ³	0,5	0,6	0,65	0,7	0,6	0,5	0,65	0,7	0,75	0,7	0,6	0,55
γ_0 , град	60	65	55	50	60	65	50	55	50	55	65	60

Порядок выполнения работы

Форма бункера для минеральных удобрений усеченный конус с расширением в верхней части.

Размер отверстия в дне тукового бункера определяется по формуле:

$$D_p = 4r_{кр},$$

где $r_{кр}$ – гидравлический радиус отверстия в мм;

$$r_{кр} = \frac{\tau_0(1 + \sin \varphi)}{\nu},$$

где τ_0 – величина начального сопротивления сдвигу удобрения (кг/м²);

φ – угол внутреннего трения удобрения, град;

ν – объемный вес удобрений, кг/дм³.

Определить размеры бункера по заданной емкости, диаметру нижнего отверстия и наклону стенок к горизонтальной плоскости γ_0 .

Если дно бункера не круглое, то ширина щели большей длины в дне бункера, над которой может образовываться свод удобрений, определяется по формуле:

$$a = \frac{2\tau_0(1 + \sin \varphi)}{\nu}, \text{ мм}$$

Определить минимальную частоту вращения высевающего диска из условия равновесия центробежной силы и силы трения по формуле:

$$mr_0\omega^2 - mgf = 0$$
$$\omega = \sqrt{\frac{fg}{r_0}} = \frac{\pi \cdot n_{\min}}{30}, \text{ тогда, } n_{\min} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{fg}{r_0}},$$

где, g – ускорение свободного падения,

r_0 – расстояние от точки подачи удобрений до центра вращения диска.

Рабочая частота вращения высевающего диска принимается равной

$$n_p = (8 \div 10)n_{\min}.$$

Определить количество лопаток на диске по формуле:

$$z = \frac{6000V_m}{n_p \cdot b},$$

где, V_m – скорость движения машины, м/с;

b – интервал пульсирования, см, рекомендуется принимать $b = 5$ см.

Определить ширину полосы рассева удобрений по формуле (для двух дискового аппарата).

$$B = 2V \sqrt{\frac{2H}{g}} + L, \text{ м,}$$

где, V – окружная скорость диска, м/с, определяется из выражения

$$V = \frac{\pi D n_p}{60}; \quad H – \text{высота расположения над уровнем поля, м;}$$

D – диаметр высевающего диска, м

$$V_{\text{окр}} \approx 6 \div 14 \text{ м/с, } V_{\text{окр}} \approx (3 \div 4)V_M.$$

L – расстояние между центрами дисков, принимаемое равным $L = (1,2 \div 1,3)D$, м.

Определить мощность, расходуемую на разбрасывание удобрений центробежными дисками по формуле: $N \approx \frac{10 \cdot q V_{\text{окр}}^2}{2g}$,

где, r – радиус диска, м

q – вес удобрений, подаваемых на диски в секунду определяется по формуле:

$$q = 10^{-4} Q B V_M, \text{ кг/с,}$$

где, Q – норма высева, кг/га, V_M – скорость движения машины, м/с.

Лабораторная работа №10.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА

содержание работы. Паровые культиваторы предназначены для сплошной обработки почвы и могут быть укомплектованы стрелчатými или рыхлительными лапами.

Основанием для проектирования стрелчатых лап без хвостовиков являются исходные данные, приведенные в таблице 10.1.

Ширину захвата культиватора.

Ширину захвата культиватора для сплошной обработки почвы определяют по формуле:

$$B_M = \frac{\eta P}{q}, \text{ м}$$

где, $\eta = 0,9 \div 0,95$ – коэффициент использования тягового усилия трактора, P – тяговое усилие трактора, кгс;

q – удельное сопротивление почвы, кгс/м.

При жестком закреплении рабочих органов к раме рекомендуется ширина захвата культиваторов:

$$1000 < B_k < 2500 \text{ мм.}$$

таблица 10.1

Исходные данные для проектирования стрелчатой лапы

Задаваемые параметры	Номера вариантов											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B , см	30	25	30	30	15	25	30	25	15	25	30	30
2γ , °	60	60	70	60	70	70	70	60	60	70	60	60
β , °	28	30	18	28	15	18	18	15	32	30	32	18
i , °	28	18	18	28	18	18	18	28	18	18	28	28
b_1 , мм	68	45	80	80	55	42	45	50	45	82	68	68
b_2 , мм	35	42	50	50	38	35	35	42	38	43	35	35
s , мм	4	4	6	6	4	5	6	5	4	5	6	6
q , кгс/м	260	120	120	125	110	100	105	125	150	170	250	260
P , тс	1,0	1,5	1,4	0,5	1,4	1,2	1,0	0,5	1,4	1,4	1,0	0,5

Для полной загрузки трактора ширину захвата увеличивают путем шарнирного соединения нескольких культиваторов. Для обеспечения полного подрезания сорняков и предотвращения забивания применяют двухрядную расстановку рабочих органов Рис. 10.

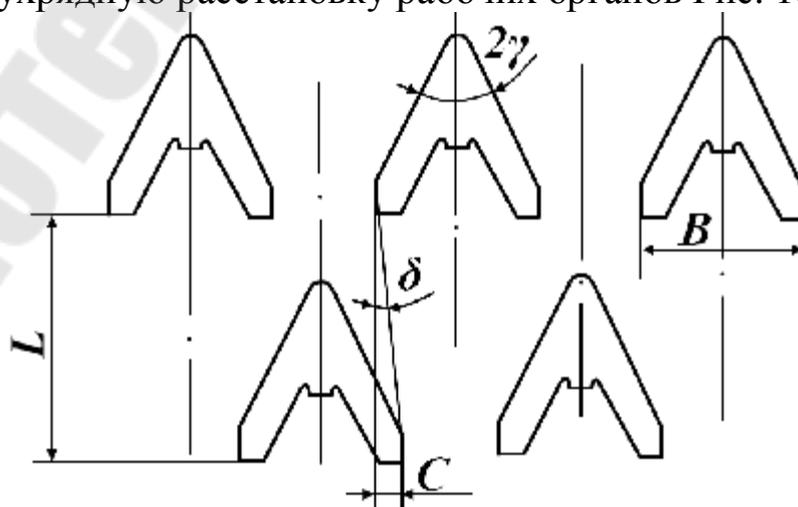


Рисунок 10.1. Схема расстановки лап культиватора.

Оптимальное расстояние между рядами лап по ходу культиватора определяют по формуле:

$$L = \frac{B_n}{\operatorname{tg}[90^\circ - (\gamma - \varphi)]}, \text{ м,}$$

практически применяют $L \approx 0,5 - 0,8$ м,

где $\gamma \approx 30^\circ$ – угол раствора лапы,

$\varphi \approx (25^\circ - 27^\circ)$ – угол трения почвы по металлу,

B_n – ширина лапы культиватора.

Перекрытие c между продольными лапами выбирают из условия обеспечения полного подрезания сорняков: $c = L \cdot \operatorname{tg} \delta$,

где $\delta = 7 \div 9^\circ$ – угол отклонения культиватора от прямой линии.

Количество рабочих органов определяется по формуле:

$$n = \frac{(B_k - c)}{(B - c)},$$

где B – ширина захвата лапы.

Порядок выполнения работы по построению поверхности и попольных лап.

а) находим угол α по формуле: $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \sin \gamma$,

б) Для построения горизонтальной проекции лапы проводим линии AE и AF , образующие грани 2γ и осевую линию (рис.10.2). Положение точки E и F определяется шириной B .

в) Точки A ; E и F переносом на вертикальную плоскость проекции, получим точки A_1 ; E_1 и F_1 , (последние две точки сливаются).

г) Из точки A_1 проводим линию под углом α на которой откладываем отрезок l , который получается из выражения $l = b_1 \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$, и получим точку K_1 .

д) Через точку F проводим линию, перпендикулярную AF , и откладываем от точки F отрезок, равный: $FG = b_2 \cos \beta$.

ж) точку K_1 с вертикальной проекции переносим на горизонтальную проекцию и получаем точку K .

Соединим точки K и G , получим задний контур полок лапы, а продолжив линию K до пересечения с линией, проведенной из точки F параллельно AK , находим точку H .

з) Точки G и H проектируем на вертикальную плоскость проекций. Положение точки H_1 по высоте определяется величиной:

$$h = b \cdot \sin \beta,$$

где: b – ширина полки в сечении, проходящей через точку H .

$$B = 0,5b_2.$$

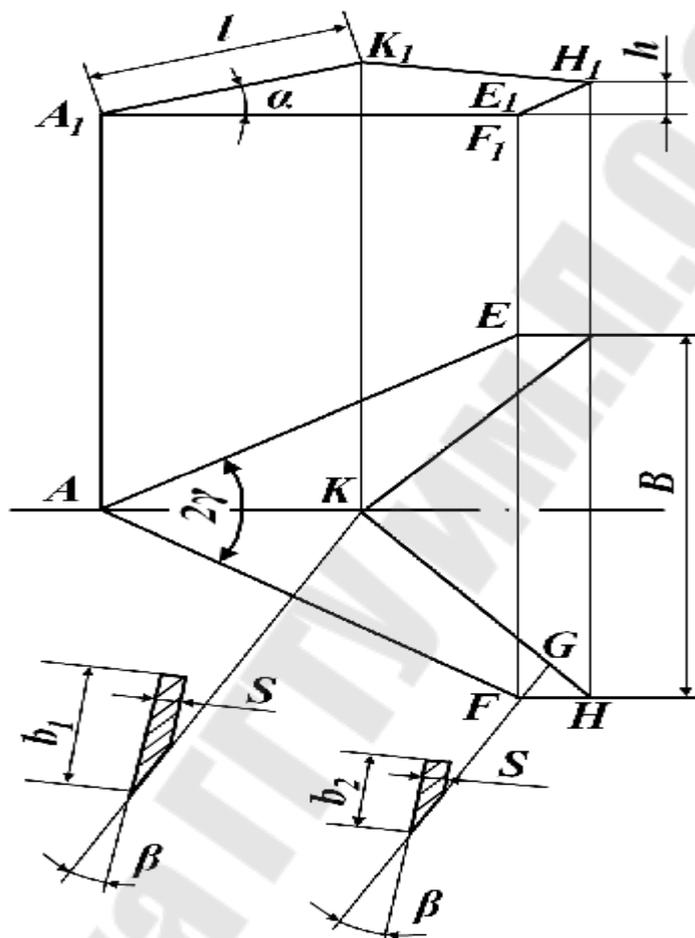


Рисунок 10.2 – Проекции лапы на горизонтальную и вертикальную плоскости.

Построение развертки лапы начинают с определения угла раствора заготовки 2γ , который определяют по формуле: $\operatorname{tg} \gamma_0 = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\cos \beta}$.

Развертка лапы строится следующим образом (рис. 10.2). Из точки A проводится осевая линия, на которой откладывается отрезок равный l и получим точку K . Затем из точки A проводятся на обе стороны линии грани угла $2\gamma_0$. Положение точки D определяется шириной развертки лапы B_0 без учета толщины материала и радиуса скругления по формуле: $B_0 = B \cdot \sin \gamma_0 / \sin \gamma$.

Из точки D на перпендикуляре к линии AD откладываем заданную ширину полки b_2 и получаем точку E . Через точку K и E проводим линию заднего контура лапы. Пересечение линии, проведенной из точки D параллельно AK , и продолжение линии KE дают точку C заднего конца полки лапы.

Для определения истинной ширины развертки лапы B_p , с учетом ее толщины и радиуса закругления необходимо перпендикулярно линии AK (рис. 10.2) построить сечение $K-B_1$ (рис. 10.2) пристраивая толщину лапы S и заднюю тыльную поверхность лапы, скруглить радиусом $R = 10$ мм, вершину угла θ .

Угол θ определяют по формуле: $tg\theta = \frac{tg\gamma}{\sin\alpha}$. Истинная ширина развертки лапы с учетом ее толщины и радиуса скругления будет:

$$B_2 = B \frac{\sin\gamma_0}{\sin\gamma} - 2 \left[Rctg\theta - \pi \left(R - \frac{S}{2} \right) \cdot \frac{90^\circ - \theta}{180^\circ} \right].$$

В точках A и K (см. рис.10.2) острые углы скругляют радиусами $r = 4$ мм.

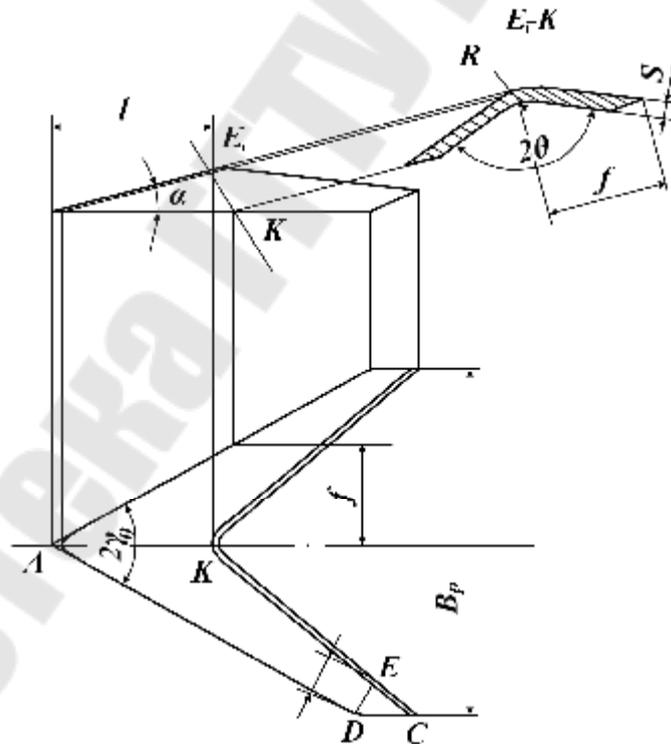


Рис. 10.2. Проекция лапы с учетом закругления в перегибе и толщины материала.

Рассчитать предохранительное устройство.

На культиваторах для рабочих органов применяют индивидуальные предохранители двухстороннего действия (рис. 10.3).

а.) Усилие, при котором должна выглубляться лапа культиватора $Q = \frac{P}{n} K$, где $K = 1,5 \div 2,5$ – коэффициент запаса устойчивости хода рабочих органов, n – число рабочих органов.

б.) Усилие натяжение пружины при срабатывании предохранительного устройства $F = \frac{Q \cdot H}{l_F}$,

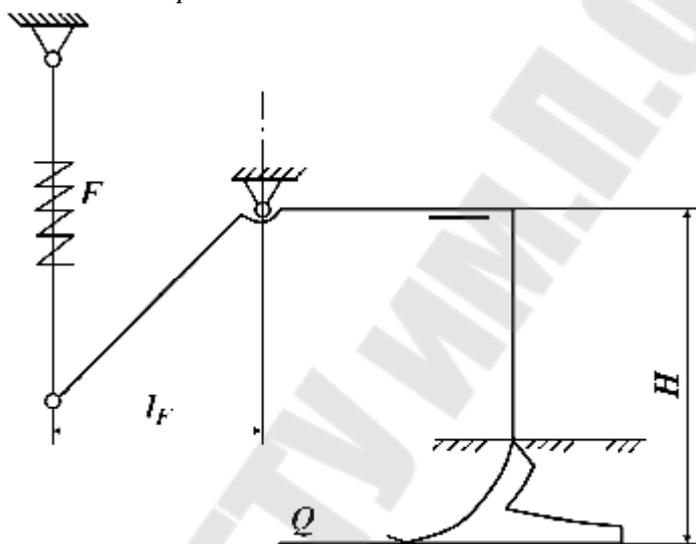


Рис. 10.3 Схема для расчета сил, действующих на лапу со стойкой рычажного типа.

где H – расстояние от точки прицепа до лезвия рабочих органов.

Рекомендуется принимать, $H = 500 - 600$ мм. $l_F = 0,25H$ – плечо силы F .

ЛИТЕРАТУРА

1. Лурье А.Б. Справочник по настройке и регулировке сельскохозяйственных машин. Л.: Колос, 1980.
2. Практикум по сельскохозяйственным машинам: В.А. Скотников, В.Н. Кондратьев, Р.С. Станишевский и др. – Мн.: Ураджай, 1984.–375.
3. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. М.Машиностроение. 1978г. 566с.
4. Циммерман М.З. Рабочие органы почвообрабатывающих машин. М.Машиностроение, 1978г. – 294с.
5. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины. - учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / В.М. Халанский, И.В. Горбачев – М.: КолосС, 2004. – 624с.: ил.
6. Практикум по сельскохозяйственным машинам: учебное пособие / И.Р. Размыслович [и др.] – Минск: Ураджай, 1997. – 526 с.
7. Листопад, Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. - учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонон; под ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688с., ил.
8. Зеленский, В.А. Обработка почвы и плодородие / В.А. Зеленский, Я.У. Яроцкий 2–е изд. перераб и доп.- Мн.: “Беларусь”, 2004. - 542с., ил.

Родзевич Павел Евгеньевич

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

**Практикум
по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности
1-36 12 01 «Проектирование и производство
сельскохозяйственной техники»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 01.06.18.

Рег. № 69Е.

<http://www.gstu.by>