

## СОДЕРЖАНИЕ

Работа 1. <a href="#">Определение физико-механических свойств почвы</a> . . . . .	3
Работа 2. <a href="#">Исследование рабочей поверхности плужного корпуса</a> . . . . .	8
Работа 3. <a href="#">Изучение силового взаимодействия плуга с механизмом навески трактора</a> . . . . .	13
Работа 4. <a href="#">Построение и анализ работы звена зубовой бороны</a> . . . . .	19
Работа 5. <a href="#">Анализ рабочего процесса катушечного высевающего аппарата</a> .	24
Работа 6. <a href="#">Оценка продольной равномерности высева семян катушечным высевающим аппаратом</a> . . . . .	29
Работа 7. <a href="#">Оценка качества работы высевающего аппарата сеялки точного высева</a> . . . . .	34
Работа 8. <a href="#">Анализ работы пневматического высевающего аппарата</a> . . . . .	38
Работа 9. <a href="#">Анализ рабочего процесса тукового высевающего аппарата</a> . . . .	42
Работа 10. <a href="#">Оценка качества работы распылителей штанговых опрыскивателей</a> . . . . .	47
Работа 11. <a href="#">Расчет и размещение рабочих органов культиватора</a> . . . . .	52

## Работа 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

**Задание.** Определить абсолютную и относительную влажность, твердость и коэффициент объемного смятия почвы.

Количество воды, содержащейся в почве, характеризуется *влажностью*. Численно ее выражают в процентах.

*Абсолютной влажностью*  $W_a$  называют отношение массы воды  $G_b$  в образце почвы к массе абсолютно сухой почвы  $G_c$

$$W_a = \frac{G_b}{G_c} 100 \% . \quad (1)$$

*Относительной влажностью*  $W_{om}$  называют отношение абсолютной влажности  $W_a$  к полевой влагоемкости почвы  $W_n$

$$W_{om} = \frac{W_a}{W_n} 100 \% . \quad (2)$$

*Полевой влагоемкостью*  $W_n$  называют количество воды, которое способна удерживать в себе обильно смоченная почва после стекания гравитационной воды. Ее определяют в лабораторных условиях по специальным методикам. Полевая влагоемкость суглинистых и глинистых почв в зависимости от содержания перегноя находится в пределах 30...50 %, песчаных – 5...20, торфяных – 100 % и более. Оптимальная абсолютная влажность почвы для обработки суглинистых почв составляет 15...22 %, черноземных – 17...30, песчаных – 12 %, оптимальная относительная влажность – 60...70 %, удовлетворительная – 50...60, избыточная – свыше 80 %. Обработка супесчаных и песчаных почв допускается при относительной влажности 100 %. Влажность почвы определяют способом высушивания навески на специальном приборе.

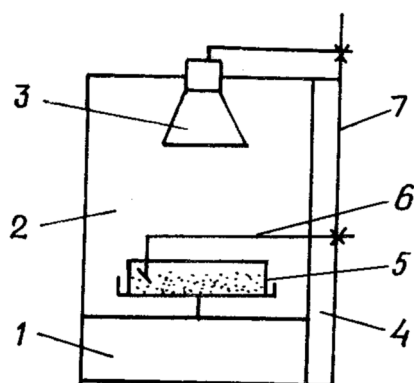


Рис.1. Схема прибора для ускоренной сушки почвы: 1 – корпус; 2 – сушильная камера; 3 – лампа; 4 – подставка; 5 – чашка; 6 – мешалка.

Прибор для ускоренного высушивания почвы (рис. 1) состоит из корпуса 1 и сушильной камеры 2. В корпусе установлены электродвигатель с редуктором и выключатели. Электродвигатель через редуктор вращает подставку 4, на которую устанавливают чашку 5. Подставка и электролампа 3 мощностью

500 Вт смонтированы в сушильной камере. Чашку с навеской крепят на подставку и устанавливают в нее мешалку 6 так, чтобы при перемешивании почва не высыпалась из чашки. При сушке включают в работу электролампу и двигатель. В чашку устанавливают мешалку. Сушат навеску не менее 10...15 мин до получения постоянной массы почвы. По разности масс сырой и сухой навески определяют количество испарившейся воды, а затем подсчитывают абсолютную и относительную влажность почвы.

*Твердостью* почвы называют свойство сопротивляться внедрению в нее постороннего тела. Численно она оценивается средним усилием,

необходимым для вдавливания в почву единицы площади штампа (диска, конуса или шара), и определяется с помощью специальных приборов – твердомеров различной конструкции.

Твердомер (плотномер) Ревякина (рис. 2) включает устанавливаемый на почву башмак 1, через отверстие в котором проходит шток 2 с наконечником (штампом) 3. На верхний конец штока свободно надета телескопическая штанга 4 с двумя нажимными рукоятками 5, которая при вдавливании наконечника в почву скользит по направляющим штангам 6. Штанга 4 связана со штоком через пружину 7. С пружиной связано записывающее устройство 8, включающее систему рычагов, держатель карандаша 9 и планку 10 для крепления бумаги.

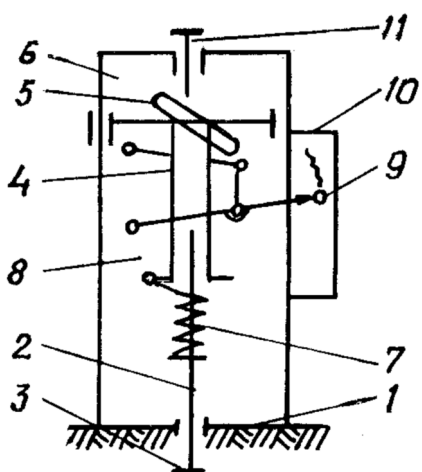


Рис. 2. Схема твердомера Ревякина:  
1 – башмак; 2 – шток; 3 – штамп;  
4, 6 – штанги; 5 – рукоятка; 7 – пружина; 8 – записывающее устройство; 9 – держатель карандаша; 10 – планка; 11 – винт.

Для записи диаграммы изменения усилия вдавливания штампа в почву закрепляют на записывающем устройстве бумагу и карандаш, башмак прибора опускают на почву, вывинчивают винт 11, чем приводят рукоятки 5 телескопической штанги 4 в рабочее положение. При плавном надавливании на рукоятки 5 наконечник 3 прибора внедряется в почву, сминая и уплотняя ее, а записывающее устройство вычерчивает на бумаге диаграмму (рис. 3). В направлении оси  $X$  отображается глубина погружения штампа, а по оси  $Y$  – деформация пружины.

На диаграмме можно выделить два участка: участок  $h_1$ , на котором сопротивление почвы смятию возрастает по прямой, и участок  $(h_2 - h_1)$ , когда почва продолжает деформироваться без дальнейшего возрастания сопротивления (почва "течет"). Это обусловлено тем, что при погружении штампа до глубины  $h_1$  (первый участок) перед его основа-

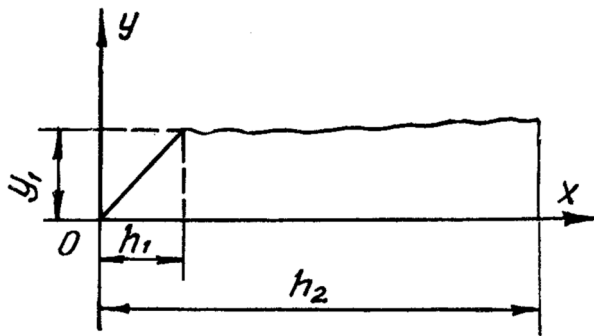


Рис. 3. Диаграмма твердости почвы.

нием образуется конусообразный нарост из уплотненной почвы. При дальнейшем погружении (второй участок) почва той же твердости деформируется образовавшимся конусообразным наростом, который расклинивает ее, смещая в стороны и встречая постоянное сопротивление. При встрече с почвой более высокой твер-

дости нарост разрушается, и происходит образование нового, более плотного нароста, соответствующего увеличившейся твердости почвы.

Среднюю твердость почвы в пределах участка  $h_2$ , соответствующего постоянной твердости, по данным полученной диаграммы вычисляют по формуле

$$p = \frac{R}{F} \text{ (Н/см}^2\text{)}, \quad (3)$$

где  $R$  – среднее сопротивление почвы вдавлению штампа на глубину  $h_2$ , Н;

$F$  – площадь поперечного сечения штампа,  $F = 2,25 \text{ см}^2$ .

Сопротивление почвы измеряется по сжатию пружины

$$R = \delta y_{cp} \text{ (Н)}, \quad (4)$$

где  $\delta$  – масштаб (жесткость) пружины твердомера,  $\delta = 15 \text{ Н/мм}$ ;

$y_{cp}$  – средняя ордината диаграммы (сжатие пружины) на участке  $h_2$ , мм.

Так как при воздействии наконечника на почву сминаемая площадь остается неизменной, а возрастает лишь глубина вдавливания и вместе с ней усилие вдавливания, то можно принять, что сила  $R_1$  сопротивления почвы смятию (до начала течения) пропорциональна объему вытесненной при смятии почвы, т.е.

$$R_1 = qV \text{ (Н)}, \quad (5)$$

где  $R_1$  – значение усилия в конце смятия (в конце участка  $h_1$ ), Н;

$q$  – коэффициент пропорциональности или коэффициент объемного смятия почвы,  $\text{Н/см}^3$ .

Последний показывает, на сколько единиц силы (Н) возрастает сопротивление почвы при смятии каждой последующей единицы ее объ-

ема (см<sup>3</sup>). Коэффициент объемного смятия имеет следующие значения: для свежеспаханной почвы – 1...2 Н/см<sup>3</sup>; для жнивья, паров и лугов – 5...10 Н/см<sup>3</sup>.

Силу  $R_1$  определяют из диаграммы. Объем вытесненной при смятии почвы рассчитывают по площади  $F$  штампа и глубине  $h_1$  (см) его погружения

$$V = Fh_1 \text{ (см}^3\text{)}. \quad (6)$$

Тогда

$$q = \frac{R_1}{V} \text{ (Н/см}^3\text{)}. \quad (7)$$

Работу  $A_1$ , которая совершается при смятии почвы штампом в пределах прямой пропорциональности, определяют, как площадь треугольника

$$A_1 = \frac{1}{2} R_1 h_1 \text{ (Дж)}. \quad (8)$$

Работа в пределах текучести почвы

$$A_2 = R_2 (h_2 - h_1) \text{ (Дж)}, \quad (9)$$

где  $R_2$  – среднее усилие на деформацию почвы в пределах текучести ( $h_2 - h_1$ ), Н;

( $h_2 - h_1$ ) – глубина погружения штампа в пределах текучести, м.

### Порядок выполнения работы

*Определение влажности почвы.*

1. Взвесить пустую чашку (с точностью до 10 мг).
2. Взять пробу почвы массой 20...50 г и высыпать в чашку (примерно 1/3 чашки).
3. Взвесить чашку с почвой.
4. Высушить почву в чашке с помощью описанного выше прибора до полного испарения влаги.
5. Взвесить чашку с почвой после сушки, некоторое время посушить навеску и убедиться в стабильности массы высушенной навески.
6. Определить количество испарившейся воды, массу абсолютно сухой почвы, абсолютную и относительную влажность по формулам (1) и (2).
7. Результаты опытов и расчетов свести в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Результаты определения влажности почвы

Масса пустой чашки, г	Масса чашки с почвой до сушки, г	Масса чашки с почвой после сушки, г	Масса испарившейся воды, г	Масса абсолютно сухой почвы, г	Полевая влажность почвы, %	Абсолютная влажность, %	Относительная влажность, %

*Определение твердости и коэффициента объемного смятия почвы.*

1. Используя твердомер Ревякина, записать диаграмму изменения усилия вдавливания штампа в почву.

2. Выделить на диаграмме участок  $y = f(h)$ , на котором усилие смятия возрастает, отметить конец смятия и определить значения  $h_1$ ,  $h_2$  и  $R_1$ .

3. На диаграмме от начала координат через каждые 5 мм произвести замеры ординат и подсчитать среднее значение ординаты для участка  $h_2$  по формуле

$$y_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \text{ (мм)}, \quad (10)$$

где  $n$  – число промежуточных ординат.

3. Определить среднее усилие вдавливания штампа в почву по формуле (4).

4. Подсчитать твердость почвы по формуле (3).

5. Вычислить для данного участка коэффициент объемного смятия и работу смятия по формулам (7) и (8).

6. Определить работу смятия в пределах текучести почвы по формуле (9).

7. Результаты замеров и расчетов свести в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Результаты определения твердости почвы

$\delta$ , Н/мм	$F_2$ , см <sup>2</sup>	$y_{cp}$ , мм	$R$ , Н	$R_1$ , Н	$R_2$ , Н	$h_1$ , см	$h_2$ , см	$p$ , Н/см <sup>2</sup>	$q$ , Н/см <sup>3</sup>	$A_1$ , Дж	$A_2$ , Дж

**Содержание отчета:** результаты опытных данных и расчеты, сведенные в табл. 1 и 2, а также записанная диаграмма изменения усилия вдавливания штампа в почву.

## Работа 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕМЕШНО-ОТВАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛУЖНОГО КОРПУСА

**Задание.** По имеющимся трем проекциям плужного корпуса оценить технологические свойства лемешно-отвальной поверхности.

Исследование лемешно-отвальной поверхности производится с целью оценки ее технологических свойств и определения основных параметров.

Для построения проекций лемешно-отвальной поверхности плужного корпуса с помощью специального прибора – координатора – снимают координаты характерных точек  $A, B, C, D, E, F, N$ , ограничивающих контур корпуса, и координаты горизонтальных образующих  $1-1', 2-2', 3-3'$  и т.д., по которым в принятом масштабе выполняют чертежи плужного корпуса.

Координатор (рис. 4) состоит из плиты 2, к которой прикреплены кронштейны 1 с беговой дорожкой 7. По этой дорожке можно перемещать на роликах стойку 4 и фиксировать ее в нужном положении специальным прижимом.

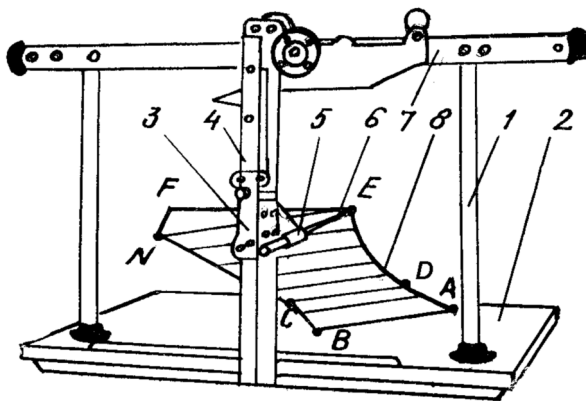


Рис. 4. Координатор: 1 – кронштейн; 2 – плита; 3 – ползун; 4 – стойка; 5 – направляющая; 6 – штанга; 7 – беговая дорожка; 8 – исследуемый корпус.

Вдоль стойки можно перемещать ползун 3 со штангой 6. Штангу также можно перемещать в направлении 5 ползуна 3. Кромка плиты, стойка и штанга снабжены шкалами с делениями.

Для снятия координат корпус плуга устанавливают на плите так, чтобы носок лемеха и задний конец полевой доски расположились

параллельно оси  $X$ , а все координаты носка лемеха были равны 0, т.е. носок лемеха принимают за начало координат.

На поверхности корпуса наносят образующие – следы секущих горизонтальных плоскостей, расположенных по вертикали через 20 мм на лемехе и через 50 мм на отвале, и намечают их крайние точки ( $1, 1', 2, 2'$  и т.д.) на контуре корпуса. Характерные точки контура корпуса намечают отдельно. К ним относятся точки стыка лемеха с отвалом, верхняя точка полевого обреза, высшая точка отвала, точка перехода от верхнего обреза к бороздному и т.д.

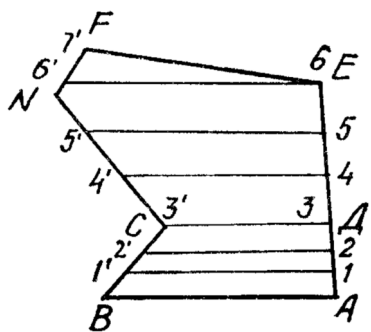


Рис. 5. Схема корпуса плуга с разметкой

Приняв кромку плиты за ось  $X$ , стойку за ось  $Z$ , штангу за ось  $Y$  и последовательно перемещая стойку 4, ползун 3 и штангу 6, измеряют координаты характерных точек и крайних точек образующих, переводят их в масштаб 1:4 (делят на четыре) и заносят в табл. 3.

По полученным координатам в масштабе 1:4 строят три проекции корпуса, кривые заданных преподавателем сечений и шаблонов, график изменения приращения угла  $\gamma$ , направляющую кривую.

Таблица 3. Координаты точек плужного корпуса

Точки	A	B	C	D	E	F	N	1	1'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x									
y									
z									

Продолжение табл. 3

Точки	2	2'	3	3'	4	4'	5	5'	6	6'
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
x										
y										
z										

1. Поперечно-вертикальную проекцию корпуса строят по координатам  $y$  и  $z$  (рис. 6). Для этого от точки  $A$  ( $y = 0, z = 0$ ) откладывают координату точки  $B$  и, соединив точки  $B$  и  $A$  прямой при трапециевидальной форме лемеха, получают проекцию его лезвия на поперечно-вертикальную плоскость. Отложив координаты точки  $E$  и соединив точку  $E$  с точкой  $A$ , получим проекцию полевого обреза корпуса. Точка  $E$  отклоняется от вертикали на 5...10 мм для облегчения постановки дискового ножа. Аналогично, отложив координаты точек  $C, D, F, N$  и соединив их линиями, получают поперечно-вертикальную проекцию корпуса (лобовой контур). На эту проекцию в соответствии с координатами  $z$  наносят образующие до пересечения их с полевым и бороздным обрезами.

2. Горизонтальную проекцию строят по координатам  $x$  и  $y$ , для чего отмечают на горизонтальной плоскости координаты характерных точек и координаты крайних точек образующих. Соединив точки

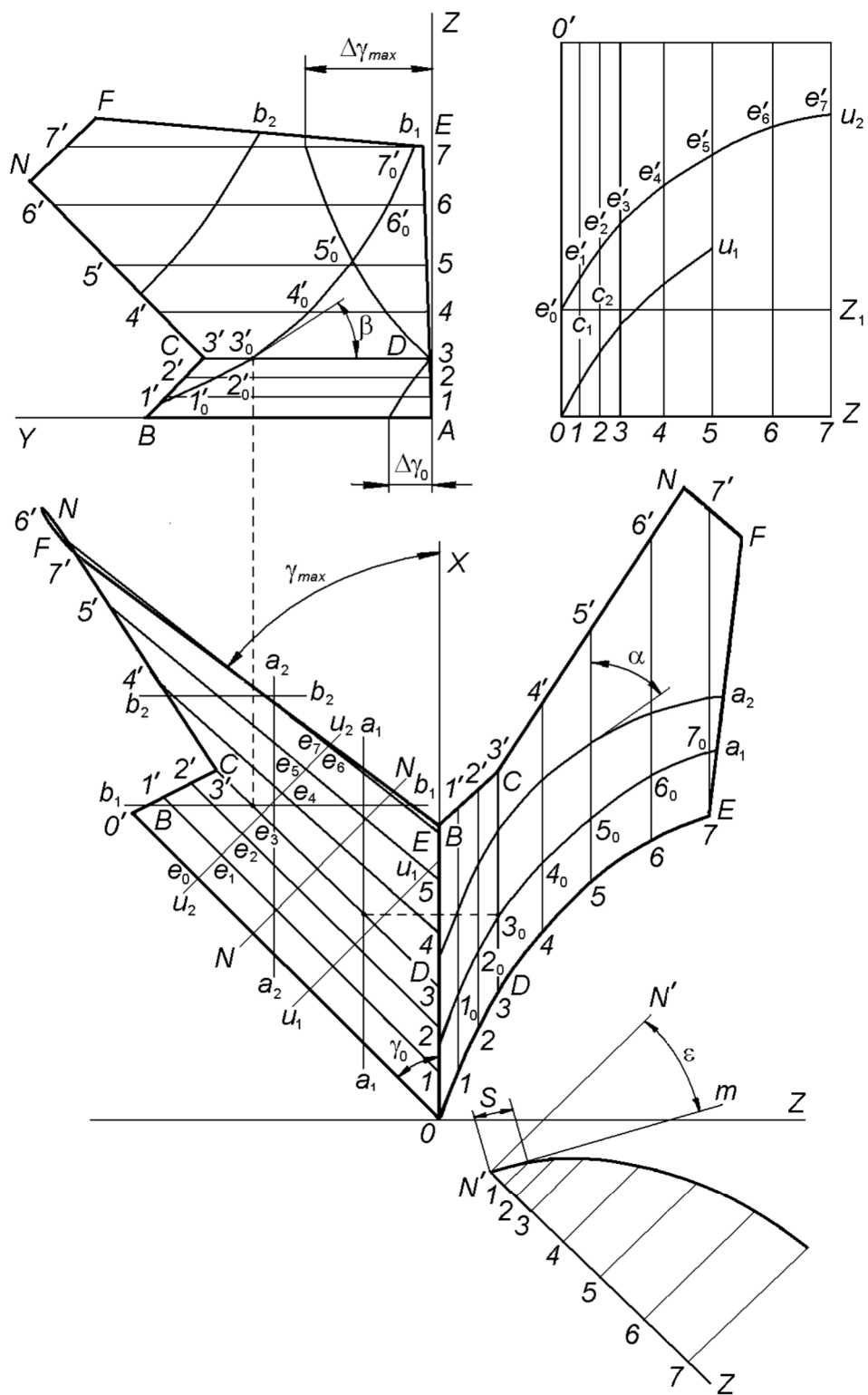


Рис. 6. Проекция плужного корпуса с сечениями.

контура прямыми и кривыми линиями, получают горизонтальную про-

екцию рабочей поверхности корпуса. Соединив координаты крайних точек образующих прямыми линиями (например,  $4-4'$ ), получают проекции их на горизонтальной плоскости.

3. *Продольно-вертикальную* проекцию корпуса строят по координатам  $x$  и  $z$  в такой же последовательности, как и поперечно-вертикальную. Ее можно построить также по правилам начертательной геометрии по двум построенным: поперечно-вертикальной и горизонтальной. Для этого по оси  $Z$  параллельно оси  $X$  наносят проекции образующих на тех же высотах, что и на поперечно-вертикальной проекции. Переноса точки пересечения образующих с контурными обрезами с горизонтальной проекции на соответствующие образующие в продольно-вертикальной плоскости и обводя их линиями, получают продольно-вертикальную проекцию рабочей поверхности корпуса плуга.

### Порядок выполнения работы

1. Для анализа *крошащей* (изменение угла  $\alpha$ ) и *оборачивающей* (изменение угла  $\beta$ ) способности плужного корпуса горизонтальную проекцию рассекают продольно-вертикальными ( $a_1a_1, a_2a_2$ ) и поперечно-вертикальными ( $b_1b_1, b_2b_2$ ) плоскостями.

Точки пересечения следа плоскости  $a_1a_1$  с образующими на горизонтальной проекции переносят на соответствующие образующие продольно-вертикальной проекции. Так, плоскость  $a_1a_1$  пересекает образующую  $3-3'$  в точке 3. Спроецировав эту точку на образующую  $3-3'$  на продольно-вертикальной проекции, получают точку  $3_0$ . Таким же переносом с горизонтальной проекции отмечают остальные точки ( $1_0, 2_0, 3_0, 4_0, 5_0, 6_0$ ), соединив которые плавной линией, получают кривую  $a_1'a_1'$  сечения корпуса продольно-вертикальной плоскостью. Аналогичным способом строят другие кривые.

Для получения кривой на лобовом контуре точки пересечения следа плоскости  $b_1b_1$  с образующими на горизонтальной проекции переносят на соответствующие образующие поперечно-вертикальной проекции. Так, след плоскости  $b_1b_1$  пересекает образующую  $4-4'$  в точке  $4_0$ . Спроецировав эту точку на образующую  $4-4'$  на лобовом контуре, получают точку  $4_0'$ . Аналогично находят точки  $1_0', 2_0', 3_0', 4_0', 5_0', 6_0'$  и соединяют их плавной кривой, характеризующей изменение (развитие) угла  $\beta$  оборота пласта. Таким же способом строят другие кривые.

2. Для построения графика изменения приращения углов  $\gamma$  наклона образующих к стенке борозды определяют сначала тангенсы этих углов. Для этого рассчитывают отношения соответствующих координат  $y$  и  $x$  крайних точек образующих в горизонтальной плоскости. Для образующей  $0-0'$   $\text{tg}\gamma_0 = y_0/x_0$ ; для образующей  $1-1'$   $\text{tg}\gamma_1 = y_1/(x_1 - x_1)$ ; для

образующей 2-2'  $\operatorname{tg}\gamma_2 = y_2/(x_2 - x_2)$  и т.д.

Затем через арктангенс отношений находят сами углы.

Далее определяют приращения углов  $\Delta\gamma_0 = \gamma_0 - \gamma_{\min}$ ,  $\Delta\gamma_1 = \gamma_1 - \gamma_{\min}$ ,  $\Delta\gamma_2 = \gamma_2 - \gamma_{\min}$  и т. д.

По приращению угла  $\Delta\gamma_{\max}$  определяют тип рабочей поверхности. Если  $\Delta\gamma_{\max} = 0...2^\circ$ , то поверхность цилиндрическая, если  $\Delta\gamma_{\max} = 2...7^\circ$  – культурная, если  $\Delta\gamma_{\max} = 7...13^\circ$  – полувинтовая, если  $\Delta\gamma_{\max} > 13^\circ$  – винтовая. Данные расчетов заносят в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Углы наклона образующих к стенке борозды

Показатели	Образующие					И т .д.
	0-0'	1-1'	2-2'	3-3'	4-4'	
Тангенс угла $\gamma^\circ$						
Угол $\gamma^\circ$	$\gamma_0 =$	$\gamma_1 =$	$\gamma_2 =$	$\gamma_3 =$	$\gamma_4 =$	И т .д.
Приращение угла $\Delta\gamma^\circ$	$\Delta\gamma_0 =$	$\Delta\gamma_1 =$	$\Delta\gamma_2 =$	$\Delta\gamma_3 =$	$\Delta\gamma_4 =$	И т .д.

На поперечно-вертикальной проекции на соответствующих образующих в принятом масштабе (например, в 1 см –  $2^\circ$ ) откладывают значения приращений углов  $\Delta\gamma$ . Соединив плавной кривой концы отрезков, получают графическую зависимость изменения приращения углов  $\gamma$  наклона образующих к стенке борозды от высоты корпуса.

3. Для построения направляющей кривой на горизонтальной проекции корпуса проводят след вертикальной секущей плоскости  $MN$  перпендикулярно линии лезвия лемеха. След проводится у культурных отвалов на удалении  $2/3$  длины лезвия от носка лемеха, а у полувинтовых – через бороздной конец лезвия. В этой плоскости расположена направляющая кривая. Для построения ее в натуральную величину на продолжении линии лезвия лемеха  $N'Z$ , отступив от его носка 10...20 мм, проводят перпендикулярно  $N'Z$  линию  $N'N'$ , означающую дно борозды. Плоскость  $N'NZ$  является совмещением с плоскостью чертежа вертикальной секущей плоскости  $MN$ , в которой расположена направляющая кривая. На вертикальной оси  $Z$  этой плоскости на расстояниях от линии  $N'N'$ , соответствующих координатам  $z$  образующих (на тех же высотах, что и на лобовом контуре), проводят горизонталы. С горизонтальной проекции корпуса точки пересечения следа секущей плоскости  $MN$  с образующими переносят на соответствующие горизонталы. Соединив перенесенные точки плавной кривой, получают направляющую кривую. В точке  $N'$  направляющей кривой проводят касательную  $N'm$ . Между этой касательной и линией  $N'N'$  замеряют угол  $\varepsilon$  постановки лемеха ко дну борозды и ширину плоской части лемеха  $S$ .

4. Для построения кривых шаблонов горизонтальную проекцию рассекают в произвольных местах плоскостями  $u_1u_1$ ,  $u_2u_2$  перпендику-

лярно лезвию лемеха. В этих плоскостях расположены кривые шаблонов. Для получения их в неискаженном виде секущие плоскости  $u_1u_1$ ,  $u_2u_2$  совмещают с плоскостью чертежа аналогично построению направляющей кривой. Для этого на свободном месте листа наносят координатную ось  $Z$  и горизонтальные образующие на тех же высотах по оси  $Z$ , что и на лобовом контуре. Кривые строят по точкам, в которых секущие плоскости пересекаются с образующими горизонтальной проекции корпуса. Построение покажем на примере сечения плоскостью  $u_2u_2$ . Точку  $e_0$ , в которой плоскость  $u_2u_2$  пересекает лезвие лемеха, сносим на нулевую образующую  $0-0'$  и отмечаем точку  $e_0'$  (расстояние  $0e_0'$  выбирается произвольно). На первой образующей от оси  $e_0'Z_1$  откладываем отрезок  $c_1e_1'$ , равный отрезку  $e_0e_1$  на горизонтальной проекции, на второй образующей – отрезок  $c_2e_2'$ , равный отрезку  $e_0e_2$  на горизонтальной проекции и т. д. Соединив точки  $e_0'$ ,  $e_1'$ ,  $e_2'$ ,  $e_3'$ ,  $e_4'$ ,  $e_5'$ ,  $e_6'$ , получим кривую шаблона в сечении  $u_2u_2$ . Кривые других шаблонов строят аналогичным способом. Шаблоны нужны для проверки правильности изготовления рабочей поверхности.

По чертежам определяют ширину захвата корпуса  $b$ , длину лезвия лемеха  $l$ , высоту расположения верхних точек полевого обреза  $H$  и отвала  $H_{max}$ .

**Содержание отчета:** проекции плужного корпуса с сечениями, графиком изменения угла  $\gamma$ , направляющей кривой, кривыми шаблонов; данные замеров и расчетов, сведенные в табл. 3 и 4 и выводы по результатам анализа крошащей и оборачивающей способности корпуса.

### **Р а б о т а 3. ИЗУЧЕНИЕ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЛУГА С МЕХАНИЗМОМ НАВЕСКИ ТРАКТОРА**

**Задание.** 1. Для заданной глубины вспашки и указанного типа почвы рассчитать силы, действующие на корпус в плоскостях проекций и значение минимального заглубляющего момента

2. Пользуясь схемой навесного плуга и механизма его присоединения к трактору, построить многоугольники сил, действующих на плуг в продольно-вертикальной и горизонтальной плоскостях, и определить значения тягового усилия, сил, действующие в звеньях механизма навески трактора, фактического заглубляющего момента.

3. Определить устойчивость плуга в продольно-вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Анализ *силового взаимодействия* навесного плуга с механизмом навески трактора может быть выполнен графо-аналитическим мето-

дом. Навесной плуг соединяется с трактором при помощи механизма навески, размеры звеньев которой оказывают существенное влияние на способность его к заглаблению, устойчивость хода по глубине и ширине захвата и степень копирования рельефа поля.

В начале заглабления опорная плоскость корпуса плуга должна быть наклонена к поверхности поля под углом  $\varepsilon = 4...8^\circ$ . В процессе заглабления этот угол уменьшается и на заданной глубине становится равным  $\varepsilon = 1^\circ$ . Такое расположение опорной плоскости корпуса в начале и конце заглабления обеспечивается подбором определенной длины звена  $BD$  (рис. 7). При этом мгновенный центр его вращения  $\pi$  лежит впереди оси  $C$  подвеса.

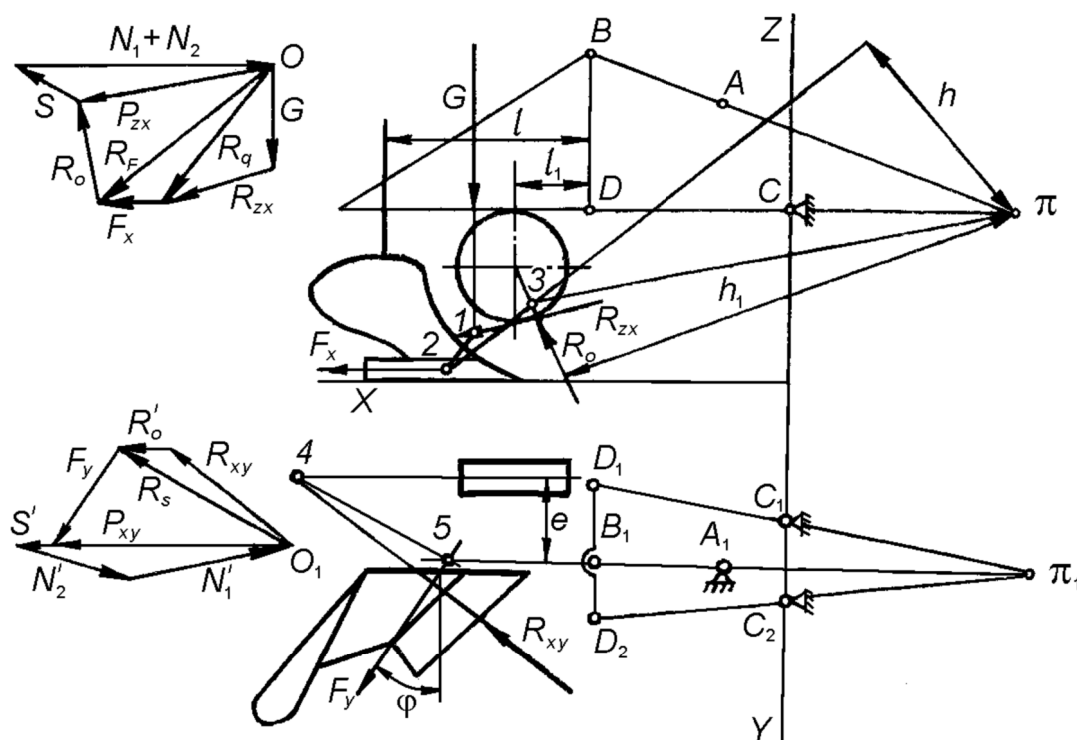


Рис. 7. Схема для определения действующих сил и устойчивости плуга.

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

Но в каждой плоскости проекций суммарное действие элементарных сил может быть определено пространственным динамометрированием плужного корпуса и выражено одной результирующей силой определенной величины и направления.

В горизонтальной плоскости  $XOY$  на корпус действует сила  $R_{xy}$

(рис. 8, а) под углом  $\delta = 15...25^\circ$  к оси  $X$ , приложенная на расстоянии  $c = 0,4b$  от полевого обреза, где  $b$  – ширина захвата корпуса.

Проекцию силы  $R_{xy}$  на ось  $X$  определяют по выражению

$$R_x = \eta kab, \quad (1)$$

где  $\eta = 0,6...0,8$  – к. п. д. плуга;

$k$  – коэффициент удельного сопротивления почвы (табл. 5),  $\text{H}/\text{cm}^2$ ;

$a$  – глубина пахоты, см.

Полученная сила  $R_x$  является главной составляющей тягового сопротивления плуга.

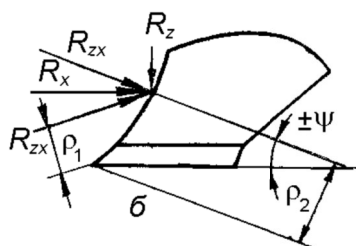
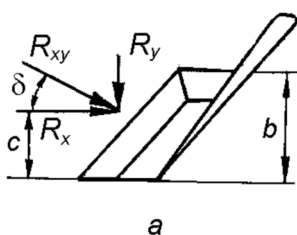


Рис. 8. Силовая характеристика плужного корпуса в координатных плоскостях.

Тогда

Тогда

$$R_{xy} = \frac{R_x}{\cos \delta} = 1,1R_x. \quad (2)$$

Проекция силы  $R_{xy}$  на ось  $Y$

$$R_y = R_x \operatorname{tg} \delta \approx \frac{1}{3} R_x. \quad (3)$$

Т а б л и ц а 5. Значения коэффициента удельного сопротивления почвы

Коэффициент	П о ч в ы			
	легкие	средние	тяжелые	очень тяжелые
$k, \text{H}/\text{cm}^2$	1,96...2,04	3,92...4,9	5,88...7,84	8,82...14,71

В продольно-вертикальной плоскости  $ZOX$  на корпус действует сила  $R_{zx}$  (рис. 8, б) под углом  $\psi$  к оси  $X$ , изменяющимся от  $+18^\circ$  до  $-23^\circ$ . Отрицательное значение угла  $\psi$  имеет место при работе с затупленными лезвиями лемехов. На твердых почвах при расчетах принимают  $\psi = \pm 12^\circ$ . Сила  $R_{zx}$  приложена на расстоянии  $\rho_2 = 0,5a$  от носка лемеха при положительном значении угла  $\psi$  и  $\rho_1 = a/3$  при отрицательном. Значение силы

$$R_{zx} = \frac{R_x}{\cos \psi}. \quad (4)$$

Вертикальная проекция силы  $R_{zx}$  на ось  $Z$

$$R_z = R_x \operatorname{tg} \psi. \quad (5)$$

В продольно-вертикальной плоскости  $ZOX$  на плуг действуют (см. рис. 7):

- сила веса  $G$  плуга;
- составляющая сопротивления почвы  $R_{zx}$ , известная по величине и направлению;
- результирующая сил трения  $F_x$  полевой доски о дно борозды;
- реакция  $R_o$  опорного колеса;
- сила тяги  $P_{zx}$ ;
- силы  $S$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ , действующие в верхнем и нижних звеньях механизма  $ABCD$  навески трактора.

Принимают, что проекция силы трения  $F_x$  приложена к центру полевой доски корпуса и равна

$$F_x = fR_y = \frac{R_x}{6}, \quad (7)$$

где  $f = 0,5$  – коэффициент трения почвы о сталь.

Проекция силы  $F_x$  направлена в сторону, противоположную движению плуга.

Реакция опорного колеса  $R_o$  при движении плуга отклонена от вертикали на угол  $\delta = 9 \dots 12^\circ$ , тангенс которого равен коэффициенту перекатывания  $\mu = \operatorname{tg} \delta$ . При работе плуга на плотных почвах  $\mu = 0,15$ , на рыхлых  $\mu = 0,2$ .

Минимальный заглубляющий момент должен быть равен

$$M_{z \min} = Bm, \quad (8)$$

где  $B$  – ширина захвата плуга, см;

$m$  – заглубляющий момент, приходящийся на 1 см ширины захвата плуга, Н·м/см.

Из анализа существующих плугов установлено, что устойчивая работа плуга без излишнего запаса заглубляющего момента достигается при  $m = 60 \dots 80$  Н·м/см.

Фактический заглубляющий момент определяют по формуле

$$M_z = R_F h, \quad (9)$$

где  $R_F$  – результирующая сил  $G$ ,  $R_{zx}$  и  $F_x$ ;

$h$  – плечо результирующей силы  $R_F$  относительно точки  $\pi$  (мгновенного центра вращения звена  $BD$ ).

Силу  $R_F$  определяют из многоугольника сил в вертикальной плоскости.

При работе плуга заглубляющий момент уравнивается моментом силы реакции  $R_o$  опорного колеса относительно полюса  $\pi$ , т. е.

$$M_y = R_o h_1, \quad (10)$$

где  $h_1$  – плечо силы  $R_o$  относительно полюса  $\pi$ .

Навесной плуг в вертикальной плоскости находится в равновесии, если равнодействующая всех сил сопротивления и веса плуга проходит через мгновенный центр  $\pi$  вращения навески трактора.

*В горизонтальной плоскости XOY на плуг действуют:*

– составляющая сопротивления почвы  $R_{xy}$ , известная по величине и направлению;

– горизонтальная проекция  $R_o'$  реакции  $R_o$ , которую определяют из многоугольника сил в продольно-вертикальной плоскости;

– результирующая  $F_y$  реакции почвы со стороны стенки борозды, приложенная к центру полевой доски и отклоненная от вертикали на угол трения  $\varphi$ ;

– составляющая силы тяги  $P_{xy}$ , неизвестная по величине и направлению;

– силы  $S'$ ,  $N_1'$ ,  $N_2'$ , действующие в верхнем и нижних звеньях механизма  $ABCD$  навески трактора.

### Порядок выполнения работы

1. По приведенным выше зависимостям определяют расчетные значения сил, действующих на корпус в горизонтальной  $XOY$  и продольно-вертикальной  $ZOY$  плоскостях, и обозначают их на соответствующих проекциях корпусов. Результаты расчетов заносят в табл. 6 и 7.

2. Для выполнения необходимых построений используют выполненную в масштабе 1:4 схему плуга и механизма его навески, на которую в соответствии с рис. 8 и выбранными направлениями наносят векторы сил  $R_{zx}$ ,  $R_{xy}$ ,  $F_x$ ,  $R_o$ .

В принятом масштабе сил (например, в 1 см 50 Н) строят многоугольники сил и определяют неизвестные силы.

3. В продольно-вертикальной плоскости  $ZOX$  сначала складывают силы  $G$  и  $R_{zx}$  и получают равнодействующую  $R_q$ . На схеме плуга через точку 1 пересечения направлений действия сил  $G$  и  $R_{zx}$  проводят прямую 1–2 параллельно равнодействующей  $R_q$  до пересечения с направлением силы  $F_x$  в точке 2. Затем в многоугольнике сил складывают

равнодействующую  $R_q$  с силой  $F_x$  и находят их равнодействующую  $R_F$ . Через точку 2 параллельно силе  $R_F$  проводят прямую 2–3 до пересечения с направлением силы  $R_o$ . Соединив точки 3 и  $\pi$ , определяют направление силы тяги  $P_{zx}$ . В многоугольнике сил из точки  $O$  проводят линию параллельно прямой 3– $\pi$ , а из конца вектора силы  $R_F$  – линию параллельно силе  $R_o$  и их пересечением определяют вектора сил  $P_{zx}$  и  $R_o$ . Из конца вектора  $P_{zx}$  проводят линию параллельно звену  $AB$ , из точки  $O$  – параллельно звеньям  $CD$  и, разложив силу тяги  $P_{zx}$  по этим направлениям, получают значение силы  $S$ , действующей в верхнем звене, и сил  $N_1+N_2$  – в нижних звеньях.

Т а б л и ц а 6. Силы, действующие на плуг в горизонтальной плоскости

$R_x,$ Н	$R_{xy},$ Н	$R_y,$ Н	$R_o',$ Н	$R_s,$ Н	$F_y,$ Н	$P_{xy},$ Н	$N_1,$ Н	$N_2,$ Н	$S',$ Н

Т а б л и ц а 7. Силы и заглубляющий момент, действующие на плуг в вертикальной плоскости

$R_z,$ Н	$R_{zx},$ Н	$F_x,$ Н	$R_F,$ Н	$R_o,$ Н	$P_{zx},$ Н	$S,$ Н	$N_1+N_2,$ Н	$M_{зmin},$ Н·м	$M_3,$ Н·м

Продолжают линию 2–3 на схеме плуга (направление вектора силы  $R_F$ ) и из точки  $\pi$  проводят к ней нормаль  $h$ . По зависимости (9) определяют фактический заглубляющий момент.

4. В горизонтальной плоскости  $XOY$  при построении силового многоугольника вначале складывают силы  $R_{xy}$  и  $R_o'$  и получают равнодействующую  $R_s$  этих сил. Значение силы  $R_o'$  равно горизонтальной проекции вектора  $R_o$  из силового многоугольника в плоскости  $ZOX$ . Затем параллельно силе  $R_s$  на схеме плуга через точку 4 пересечения направлений действия сил  $R_{xy}$  и  $R_o'$  (расположенной в плоскости колеса) проводят прямую 4–5 до пересечения с линией направления действия силы  $F_y$ , приложенной к центру полевой доски и отклоненной от вертикали к стенке борозды на угол  $\varphi = \arctg f$ . Полученную точку 5 соединяют с полюсом  $\pi_1$  прямой, определяющей направление горизонтальной составляющей силы тяги  $P_{xy}$ . Устойчивый ход плуга в горизонтальной плоскости будет при условии прохождения линии силы тяги  $P_{xy}$  через продольную ось трактора и точку прицепа.

В многоугольнике сил из точки  $O_1$  проводят линию параллельно 5– $\pi_1$ , из конца вектора  $R_z$  – линию параллельно направлению силы  $F_y$  и находят векторы сил  $P_{xy}$  и  $F_y$ .

Усилия в звеньях  $A_1B_1, C_1D_1, C_2D_2$  определяют так. Из конца вектора силы  $P_{xy}$  в многоугольнике сил откладывают проекцию  $S'$  силы  $S$ ,

взятую из построенного силового многоугольника в плоскости  $ZOX$ . Затем из схемы плуга переносят направления звеньев  $C_1D_1$  и  $C_2D_2$  в силовой многоугольник (в конец вектора  $S'$  и в начало вектора  $P_{xy}$  соответственно) и определяют усилия в них.

**Содержание отчета:** проекции корпуса плуга с действующими на него силами в продольно-вертикальной и горизонтальной плоскостях, схема плуга с необходимыми построениями, многоугольники сил, данные замеров и расчетов, сведенные в табл. 6 и 7, и выводы по устойчивости работы плуга в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

#### **Работа 4. ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ РАБОТЫ ЗВЕНА ЗУБОВОЙ БОРОНЫ**

**Задание.** 1. Изучить требования, предъявляемые к зубовым боронам типа «зигзаг».

2. По заданному варианту в масштабе построить зубовое поле и контур звена зубовой бороны, нанести основные размеры.

3. Построить схему звена бороны в продольно-вертикальной плоскости и определить направление линии тяги.

4. Определить тип бороны, тяговое сопротивление, массу.

*Зубовые бороны с жесткой конструкцией рамы типа «зигзаг» для лучшего приспособления к рельефу поля выполняют в виде звеньев небольшой ширины захвата (0,6...1,0 м). По значению силы веса, передаваемой на почву одним зубом, бороны подразделяются на *легкие* (6...10 Н), *средние* (11...15 Н) и *тяжелые* (16...20 Н). Длина зуба соответственно равна 100; 150 и 180 мм. Зубья легких борон имеют круглое сечение и затачиваются под конус. Зубья средних и тяжелых борон имеют квадратное сечение и одностороннюю заточку. Положение скосов зубьев к направлению движения оказывает влияние на глубину обработки почвы.*

Бороны должны отвечать следующим требованиям:

1. Расстояния между бороздками по всей ширине захвата должны быть одинаковыми и равными заданному значению. По каждой бороздке должен проходить один зуб.

2. Борона не должна забиваться растительными остатками и почвой. Для этого зубья, образующие смежные бороздки, должны быть достаточно удалены друг от друга по направлению движения.

3. Борона должна быть устойчива в работе. Боковое усилие на зуб со стороны недеформированной почвы больше, чем со стороны деформированной. Поэтому зуб, идущий рядом с бороздкой, будет смещаться в ее сторону. Движение бороны будет устойчивей в том случае,

если все зубья будут работать в одинаковых условиях или боковые усилия на отдельные зубья будут взаимно уравновешены.

Выполнение этих требований может быть достигнуто при размещении зубьев борон «зигзаг» в точках пересечения разверток многоходовых винтов (основного и дополнительного). Эти точки располагаются на образующих развернутой на плоскость цилиндрической поверхности, которые соответствуют поперечным рядам зубьев бороны, представляя собой так называемое зубовое поле.

Для построения задаются следующие данные:  $a$  – расстояние между смежными бороздками;  $h$  – расстояние между поперечными рядами зубьев;  $K$  – число заходов основного винта. Одинаковыми для всех вариантов принимают: число поперечных рядов зубьев –  $M = 5$ ; число продольных зигзагообразных планок –  $N = 4$ . Числовые данные для выполнения задания приведены в табл. 8.

Т а б л и ц а 8. Исходные данные для построения звена зубовой бороны

№ варианта	$a$ , мм	$h$ , мм	$K$	$q$ , Н	$k$ , Н	№ варианта	$a$ , мм	$h$ , мм	$K$	$q$ , Н	$k$ , Н
1	30	150	2	6	10	15	40	250	3	12	22
2	45	250	3	13	22	16	35	170	3	7	13
3	35	180	3	7	11	17	35	160	2	6	11
4	60	350	2	18	40	18	45	200	3	14	23
5	30	200	2	8	12	19	65	300	3	20	43
6	50	220	3	15	38	20	75	350	2	19	45
7	70	350	2	20	48	21	55	250	3	16	40
8	40	250	3	13	25	22	40	220	3	12	21
9	80	350	2	20	49	23	30	180	2	7	11
10	30	180	3	7	15	24	60	320	2	17	45
11	50	250	3	13	21	25	50	230	2	14	23
12	35	160	2	9	16	26	35	190	2	8	15
13	70	350	2	16	45	27	80	400	3	19	43
14	30	160	3	8	14	28	45	220	2	10	13

### Порядок выполнения работы

1. *Построение зубового поля бороны.* На листе бумаги в принятом масштабе на расстоянии  $h$  одна от другой нанести образующие (горизонтальные линии  $1, 2, 3, 4, 5, 1'$ ) развернутой на плоскость цилиндрической поверхности в количестве  $M+1$  (рис. 9,  $a$ ). Верхняя образующая  $1'$  повторяет первую образующую  $1$ . Если развернутую поверхность свернуть в цилиндр, образующая  $1'$  наложится на образующую  $1$ .

От произвольно выбранной точки  $A$  на первой образующей отложить  $K$  отрезков, равных шагу винта  $b$  (в нашем случае  $K = 2$ ). При этом

$$b = Ma .$$

где  $a$  – расстояние между смежными бороздками, мм;

$M$  – число поперечных рядов зубьев.

Общая длина  $AB$  отложенных отрезков будет равна ходу основного винта

$$t = bK .$$

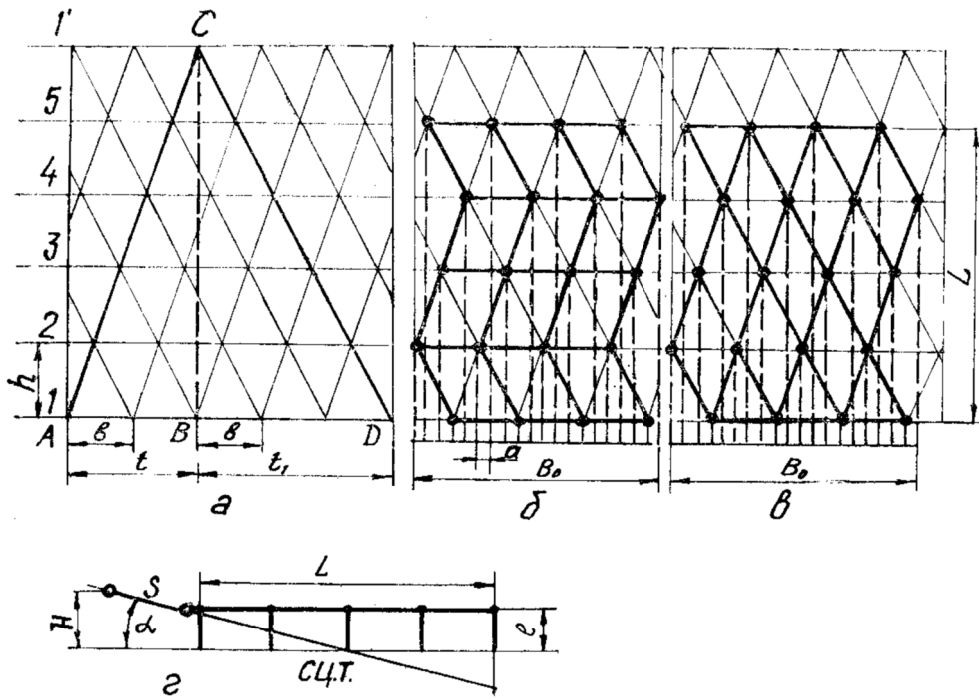


Рис. 9. Схемы построения зубового поля ( $a$ ), звена зубовой борозы ( $b$  и  $v$ ) и установки прицепа ( $z$ ).

Из точки  $B$  восстановить перпендикуляр  $BC$  и точку  $C$  соединить с точкой  $A$  наклонной прямой, представляющей развернутую винтовую линию основного винта.

Построить развертку дополнительного винта с числом заходов

$$K_1 = M - K .$$

Для этого из точки  $B$  на первой образующей отложить вправо  $K_1$  отрезков, равных шагу  $b$ . Общая длина  $BD$  отложенных отрезков будет равна ходу дополнительного винта

$$t_1 = K_1 b .$$

Точку  $C$  соединить с точкой  $D$ . Наклонная прямая  $CD$  представляет собой развернутую винтовую линию дополнительного винта.

Для построения полной развертки винтовых линий основного и дополнительного винтов от точки  $B$  на первой образующей вправо и влево отметить ряд точек на расстоянии  $b$  друг от друга и через них провести линии, параллельные отрезкам  $AC$  и  $CD$ . Развертки винтовых линий и образующие должны пересекаться в одной точке. Если в каждой такой точке разместить зуб, мы получим так называемое зубовое поле бороны.

Чтобы по одному следу проходил только один зуб, число поперечных планок  $M$  и число заходов основного винта  $k$  не должны иметь общего множителя (принимают  $M = 5$ ;  $k = 2$  или  $3$ ).

2. *Построение контура звена бороны.* Среднюю часть продольных зигзагообразных планок (между 2 и 4 образующими) расположить вдоль развертки винта с меньшим числом заходов, а концы планок направить по развертке винта с большим числом заходов (рис. 9, б). Продольные планки соединить поперечными планками. По такой схеме выполняются бороны легкого типа. Ввиду того, что вероятность забивания бороны больше в средней части, чем по концам, расстояние между крайними поперечными и соседними планками может быть несколько уменьшено. При этом зубья, расположенные на крайних планках, сохраняют на тех же продольных линиях, а концы зигзагообразных планок подгибают.

Средние и тяжелые бороны имеют раму, выполненную из прямолинейных продольных планок, расположенных вдоль винтовых линий основного и дополнительного винтов. Концы продольных планок соединены поперечными планками (рис. 9, в). Отсутствие поперечных планок в средней части звена уменьшает забивание бороны.

Спроектировать все зубья на дополнительную поперечную линию, расположенную ниже первой образующей, и проверить соответствие параметров бороны предъявляемым требованиям.

Определить числовые значения конструкционной ширины  $B_0$  и длины  $L$  звена и нанести на схему.

3. *Построение схемы звена бороны в продольно-вертикальной плоскости и определение направления линии тяги.* Для того чтобы все зубья шли на одинаковой глубине, линия тяги должна проходить через след центра тяжести (с. ц. т.) звена – проекцию центра тяжести на дно борозды.

Из рис. 9, з угол наклона линии тяги к поверхности поля

$$\alpha = \arctg(2l / L),$$

где  $l$  – рабочая длина зуба, мм.

Требуемое значение угла  $\alpha$  обеспечивают правильным выбором длины тяги  $S$  и высоты ее присоединения  $H$ . Высота точки прицепа  $H$  определяется параметрами сцепки.

Тяговое сопротивление звена

$$P = zk ,$$

где  $z$  – число зубьев звена;

$k$  – сопротивление почвы перемещению одного зуба, Н (табл. 8).

Массу звена бороны рассчитывают по выражению

$$m = (q + k \operatorname{tg} \alpha) z / g \text{ (кг)},$$

где  $q$  – сила веса, передаваемая на почву одним зубом, Н (табл. 8);

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

Рабочая ширина захвата звена

$$B_p = B_0 + a = az .$$

Т а б л и ц а 9. Основные показатели звена зубовой бороны

№ варианта	$a$ , мм	$h$ , мм	$K$	$q$ , Н	$k$ , Н	$B_0$ , мм	$L$ , мм	$B_p$ , м	$m$ , кг	$P$ , Н	$\alpha^\circ$

**Содержание отчета:** расчеты для построения звена бороны и определения его параметров, схемы зубового поля и звена бороны, основные показатели (табл. 9).

## Р а б о т а 5. АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА КАТУШЕЧНОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА

**Задание. 1.** Определить рабочий объем катушечного высевающего аппарата, приведенную и фактическую толщину активного слоя семян и установить их зависимость от рабочей длины катушки.

2. Рассчитать передаточное отношение механизма привода высевающих аппаратов сеялки для высева заданной нормы.

3. Определить неравномерность высева между отдельными высевающими аппаратами при различной рабочей длине катушки.

*Рабочий процесс* катушечного высевающего аппарата протекает следующим образом. При вращении катушки (рис. 10) семена, находящиеся в желобках, движутся принудительно вместе с ними. Семена, находящиеся в зоне между катушкой и клапаном, приходят в движение

под воздействием ребер катушки, которое передается от одних семян к другим за счет внутренних сил трения. Этот слой движущихся семян называют *активным слоем*.

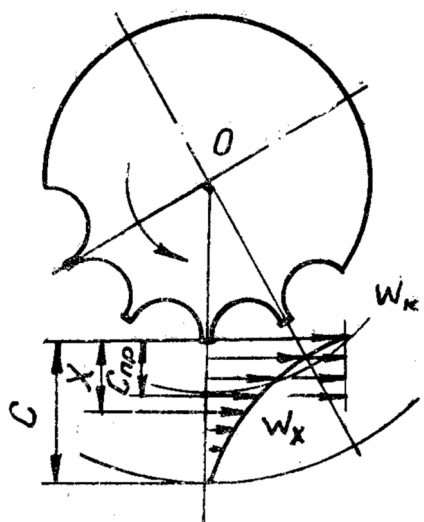


Рис. 10. Схема движения семян в катушечном высевальном аппарате.

В активном слое семена движутся с разными скоростями. Те, которые находятся в контакте с катушкой, движутся со скоростью, равной линейной скорости движения ее ребер. По мере удаления от катушки скорость семян снижается по параболическому закону (см. эпюру скорости на рис. 10).

Толщина активного слоя различных семян разная и, как показали экспериментальные исследования, не превышает четырех-шестикратного значения толщины семян. Поэтому при высеве мелких семян с большим зазором между катушкой и клапаном ниже активного слоя может быть неподвижный слой семян.

Объем семян, высеваемый за один оборот катушки, называют *рабочим объемом*. Он является обобщенной характеристикой высевального аппарата, устанавливающей зависимость между конструктивными и эксплуатационными параметрами.

Рабочий объем состоит из объема семян  $V_{жс}$ , высеваемых желобками, и объема семян  $V_{ак}$ , высеваемых из активного слоя

$$V_0 = V_{жс} + V_{ак}. \quad (1)$$

При известных параметрах катушки

$$V_{жс} = \beta f z l_p,$$

где  $\beta$  – коэффициент заполнения желобков;

$f$  – площадь поперечного сечения желобка,  $\text{см}^2$ ;

$z$  – число желобков;

$l_p$  – рабочая длина катушки,  $\text{см}$ .

Расчет объема семян, высеваемых из активного слоя, по фактическому значению его толщины затруднен в связи с переменчивостью скорости их движения. Поэтому для простоты расчетов вводят понятие *приведенной толщины активного слоя*, за которую принимают толщину такого условного слоя, из которого высевается тот же объем семян, что и из фактического, но семена движутся в нем с постоянной скоро-

стью, равной линейной скорости ребер катушки (см. рис. 10).

Тогда

$$V_{ак} = \pi d C_{np} l_p,$$

где  $d$  – диаметр катушки, см;

$C_{np}$  – приведенная толщина активного слоя, см.

Подставив значения  $V_{жс}$  и  $V_{ак}$  в выражение (1), получим

$$V_0 = (\beta f z + \pi d C_{np}) l_p. \quad (2)$$

Рабочий объем катушки может быть определен опытным путем:

$$V_0 = G / n \gamma, \quad (3)$$

где  $G$  – масса семян, высеянных за время опыта, г;

$n$  – число оборотов катушки за время опыта;

$\gamma$  – объемная масса семян, г/см<sup>3</sup>.

При известном рабочем объеме из выражения (2)

$$C_{np} = \frac{1}{\pi d} \left( \frac{V_0}{l_p} - \beta f z \right). \quad (4)$$

Фактическая толщина активного слоя с достаточной точностью может быть определена из выражения

$$C = C_{np} (m + 1), \quad (5)$$

где  $m$  – показатель параболы, характеризующий степень затухания скорости семян в активном слое.

Значение показателя  $m$  зависит от свойств семян, определяется опытным путем и равно для пшеницы, ржи, ячменя – 2,6, овса – 2,5, льна – 1, 7.

### Порядок выполнения работы

1. *Определение рабочего объема высевающего аппарата и толщины активного слоя.*

Работу выполняют на лабораторной установке, состоящей из семенного ящика, шести высевающих аппаратов сеялки СЗ-3,6, счетного устройства, механизма привода, шести контрольных ящичков, дополнительного ящика и станины.

До начала опыта поворотом рычага заслонку в воронках высевающих аппаратов перевести в положение высева в дополнительный ящик.

Установить по шаблону необходимую рабочую длину катушки и нулевые показания счетчика, включить привод высевяющих аппаратов и тумблер счетчика. Через несколько секунд поворотом рычага перевести заслонку в положение высева в контрольные ящики. Высев продолжать 1...3 мин (до заполнения 2/3 объема контрольных ящиков), затем переключить заслонку на высев в дополнительный ящик и выключить установку. Необходимо иметь в виду, что счетчик включается только при высеве в контрольные ящики и считает число желобков, производящих высев. Для определения числа оборотов катушек за время опыта необходимо число показаний счетчика разделить на количество (12) желобков катушки. Опыты проводят с постоянной частотой вращения катушек при трех значениях их рабочей длины – 10, 20 и 30 мм.

Семена, высеянные в контрольные ящики, взвесить и результаты занести в табл. 10.

С помощью пурки определить объемную массу семян. Литровая пурка состоит из трех основных частей: мерника (нижняя часть) с ножом и грузом, наполнителя (средняя часть) и насыпного цилиндра (верхняя часть) с воронкой и задвижкой. В начале опыта взвешивают мерник с грузом. Затем вынимают груз из мерника, вставляют нож в щель мерника и кладут на него груз. Сверху на мерник устанавливают наполнитель и насыпной цилиндр с закрытой задвижкой, в который насыпают зерно до уровня, отмеченного чертой. После этого поворачивают рычажок замка, открывая задвижку насыпного цилиндра. Зерно пересыпается в наполнитель. Когда все зерно пересыплется в наполнитель, быстрым движением вынимают нож из мерника. Груз вместе с зерном падает вниз, вытесняя через щели воздух. Вставив нож в щель мерника снова, отсекают сверху излишнюю массу зерна. После этого в мернике остается зерно объемом 1 л. Снимают насыпной цилиндр и высыпают зерно, расположенное выше ножа. После этого снимают наполнитель, вынимают из щели нож и взвешивают мерник с грузом и находящимся в нем зерном. Зная массу и объем (1 дм<sup>3</sup>), рассчитывают объемную массу зерна.

Произвести расчеты рабочего объема  $V_0$ , приведенной  $C_{np}$  и фактической  $C$  толщины активного слоя по выражениям (3), (4), (5) и построить графические зависимости  $V_0$  и  $C$  от рабочей длины катушки  $l_p$ .

В расчетах принять:  $fz = 5,8 \text{ см}^2$ ,  $d = 5,1 \text{ см}$ . Коэффициент заполнения желобков семенами пшеницы, ячменя, овса изменяется от  $\beta = 0,7$  (при  $l_p = 8 \text{ мм}$ ) до  $\beta = 0,85$  (при  $l = 30 \text{ мм}$ ).

2. *Расчет передаточного отношения механизма привода высевяющих аппаратов.*

Зная рабочий объем высевяющего аппарата, можно определить необходимое передаточное отношение механизма его привода для высева

требуемой нормы (задается преподавателем).

Т а б л и ц а 10. Результаты лабораторных испытаний высевающего аппарата

Номера высевающих аппаратов	Рабочая длина катушки $l_p$ , мм	Масса высеянных семян, $G_i$ , г	Среднее значение высева $G$ , г	Отклонение от среднего высева		Рабочий объем $V_0$ , см <sup>3</sup>	Приведенная толщина активного слоя $C_{пр}$ , мм	Фактическая толщина активного слоя $C$ , мм	Передаточное отношение $i$	Средняя неравномерность $\Delta_{ср}$
				$\delta_i$ , г	$\Delta_i$ , %					
1 2 3 4 5 6	10									
1 2 3 4 5 6	20									
1 2 3 4 5 6	30									

Норма высева обычно задается в  $N$  млн. штук семян на 1 га. Норма высева в массовом выражении (кг/га)

$$Q = Ng,$$

где  $g$  – масса 1000 зерен, г (определяют взвешиванием на электронных весах).

Чтобы обеспечить заданную норму высева, каждый высевающий аппарат за один оборот приводного колеса сеялки должен высеять объем семян, равный

$$V_0' = \frac{QB\pi D}{10k\gamma} \text{ см}^3,$$

где  $B = 3,6$  м – ширина захвата сеялки СЗ-3,6;

$\pi D = 3,67$  м – длина окружности приводного колеса с учетом прогиба шины (приводится в техническом описании);

$k = 24$  – число высевающих аппаратов сеялки.

Тогда передаточное отношение механизма привода высевяющих аппаратов, обеспечивающее заданную норму высева семян при рабочем объеме  $V_0$ , должно быть равно

$$i = V_0' / V_0.$$

### 3. *Определение неравномерности высева семян.*

Неравномерность высева между аппаратами (поперечная неравномерность) является одним из основных показателей оценки качества работы сеялки.

При подготовке зерновой сеялки к работе этот показатель обеспечивают путем лицеваания катушек и установки одинакового зазора между катушками и клапанами. При испытаниях сеялок неравномерность высева определяют опытным путем по стандартной методике.

Семена собирают в отдельные емкости со всех или части высевяющих аппаратов и взвешивают. Пусть сеялка имеет  $k$  аппаратов и каждый аппарат за время опыта высеял  $G_1, G_2, \dots, G_k$  семян, тогда средний высев одним аппаратом

$$G = \frac{\sum G_i}{k}.$$

Отклонения высева отдельными аппаратами от среднего составят в массовом выражении  $\delta_1 = G - G_1; \delta_2 = G - G_2; \dots \delta_k = G - G_k$  или в процентах

$$\Delta_1 = \frac{\delta_1}{G} 100\%, \Delta_2 = \frac{\delta_2}{G} 100\%, \dots \Delta_k = \frac{\delta_k}{G} 100\%.$$

Показатель средней неравномерности определяют как среднее арифметическое отдельных значений

$$\Delta_{cp} = \frac{|\Delta_1| + |\Delta_2| + \dots + |\Delta_k|}{k}.$$

Допуск на показатель средней неравномерности высева для зерновых сеялок установлен в настоящее время в размере 7 %.

По данным опыта на основании изложенной методики необходимо определить показатель средней неравномерности высева между шестью аппаратами установки.

**Содержание отчета:** 1) расчеты по определению показателей работы высевяющего аппарата и их результаты, представленные в виде табл. 10; 2) графики зависимости рабочего объема и фактической толщины активного слоя от рабочей длины катушки и их анализ.

## **Р а б о т а 6. ОЦЕНКА ПРОДОЛЬНОЙ РАВНОМЕРНОСТИ ВЫСЕВА СЕМЯН КАТУШЕЧНЫМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ**

**Задание.** 1. Изучить методику оценки продольной равномерности высева семян при рядовом посеве.

2. Дать сравнительную оценку продольной равномерности высева семян при двух различных режимах работы: *режим А* – длина рабочей части катушки  $l_p=10$  мм, частота вращения катушки  $n_k=31,8$  об/мин (передача редуктора Г-7); *режим Б* –  $l_p = 26$  мм;  $n_k = 11,3$  об/мин (передача Б-7). В обоих случаях будет высеяна одна и та же норма (при скорости ленты 1,37 м/с для пшеницы, имеющей массу 1000 зерен 52 г, – 3,5 млн. семян или 182 кг/га).

*Продольная равномерность высева* (равномерность размещения семян вдоль рядка) является одним из показателей качества посева. Она зависит от качества работы высевающего аппарата и характера движения семян в семяпроводах и каналах сошников, определяемого конструктивными особенностями этих органов и условиями работы. Поэтому значения равномерности, полученные в лаборатории и в поле, будут несколько отличаться.

Катушечные высевающие аппараты зерновых сеялок дают неравномерный (пульсирующий) высев. Поэтому применение семяпроводов с хорошими технологическими свойствами повышает продольную равномерность высева. В пунктирных сеялках семяпроводы не используют, а высевающие аппараты однозернового точного высева устанавливают непосредственно на сошниках.

Продольную равномерность высева в лабораторных условиях оценивают по размещению семян на движущейся липкой ленте. Методика оценки этого показателя для сеялок разных типов разная. Для сеялок рядового посева клейкую ленту разбивают на небольшие участки (для зерновых сеялок по 5 см) и подсчитывают число семян, выпавших на каждый такой участок. Общее число участков должно быть не менее 50.

### **Порядок выполнения работы**

Работу выполняют на лабораторной установке, представленной на рис. 11. На раме 1 установки смонтированы высевающий аппарат, ленточный транспортер и механизмы привода высевающего аппарата и ленты. Транспортер включает бесконечную прорезиненную ленту 2, ведущий 3 и ведомый 4 шкивы и поддерживающие ролики 5. Рабочую сторону ленты покрывают солидолом или другим липким материалом.

Привод высевающего аппарата и ленты осуществляется от общего электродвигателя *б* через клиноременные передачи и многоступенчатые редукторы. Шестеренчатый редуктор *7* привода высевающего ап-

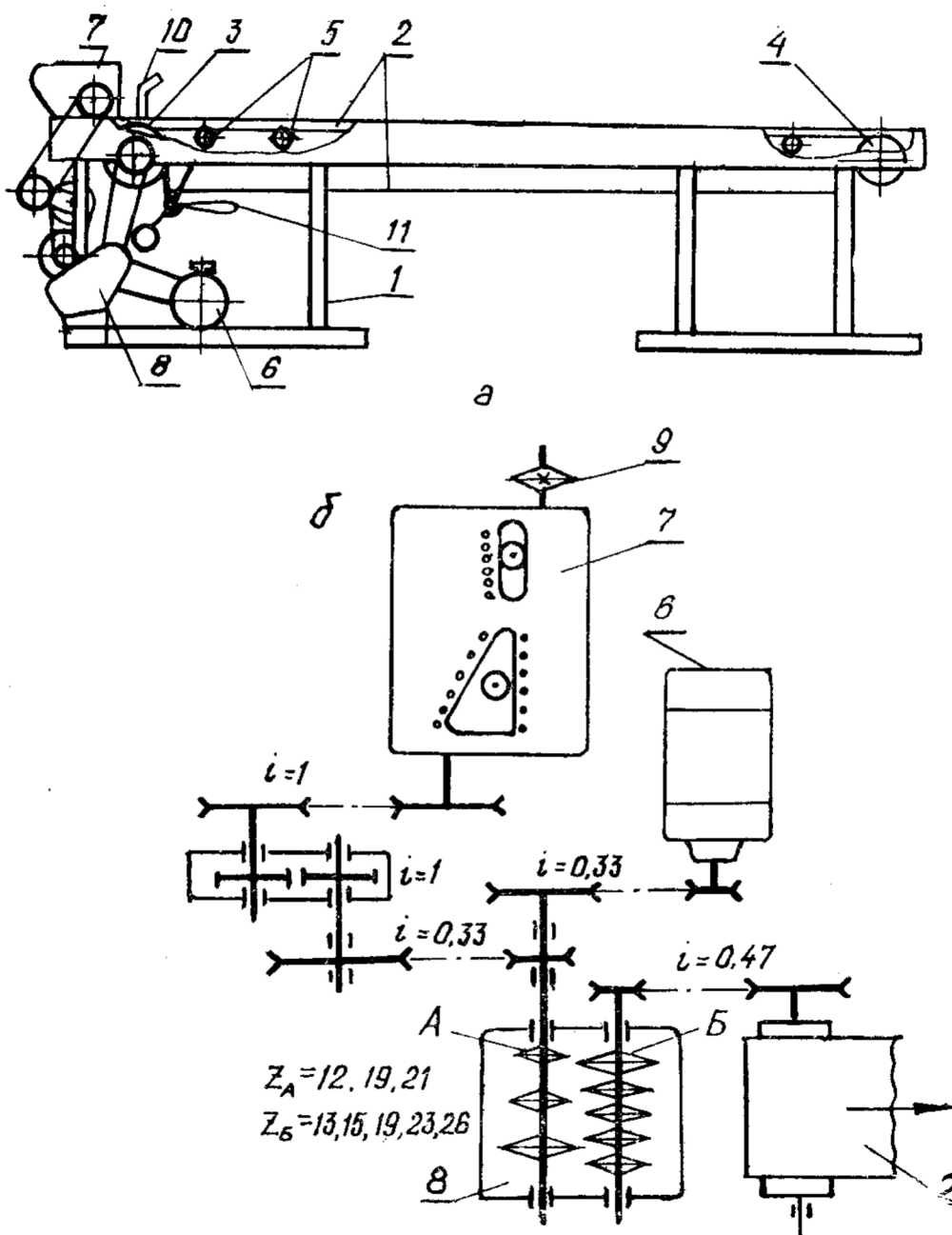


Рис. 11. Лабораторная установка: *а* – схема установки;  
*б* – схема механизмов привода высевающего аппарата и ленты;  
*1* – рама; *2* – лента; *3* – шкив ведущий; *4* – шкив ведомый; *5* – ролики поддерживающие; *6* – электродвигатель; *7* – редуктор; *8* – редуктор цепной; *9* – звездочка приводная; *10* – кронштейн.

парата имеет 72 передачи, цепной редуктор 8 привода ленты – 15 передач. Характеристика механизма привода представлена в табл. 11.

Частота вращения приводной звездочки 9 высеваящих аппаратов в табл. 11 дана для положения "1" правого рычага переключения передач. Для нахождения частоты вращения звездочки на других передачах необходимо эти значения умножить на соответствующий коэффициент (табл. 11). Высеваящие аппараты разного типа крепят на специальном кронштейне 10 установки. Включение высеваящего аппарата производят при включенном электродвигателе храповой муфтой, а ленты – поворотом рычага 11 за счет натяжения приводного ремня.

До начала опыта необходимо засыпать семена в банку аппарата и подготовить ленту (нанести липкий материал или убрать ранее высеянные семена). Семена с ленты следует убирать осторожно, не нарушая липкий слой. Установить требуемый режим работы высеваящего аппарата. Включить электродвигатель и привод ленты. При прохождении контрольных меток на ленте под высеваящим аппаратом включить муфту привода высеваящего аппарата. Выключить привод ленты и высеваящего аппарата после покрытия семенами липкой части ленты. Выключить электродвигатель.

Вращая съемной рукояткой ведомый шкив, разместить «засеянный» участок ленты в зоне делений шкалы на раме 1–50, исключив нехарактерные участки начала и конца высева. Ограничивая с двух сторон 5-сантиметровые участки ленты передвижными планками и перемещая их по шкале рамы, подсчитать количество высеянных семян на каждом из 50 участков. Результаты записать в виде ряда чисел. Затем высеваящий аппарат установить на другой режим работы и опыт повторить в той же последовательности.

Т а б л и ц а 11. Характеристика механизма привода установки

Привод ленты						Привод высеваящего аппарата					
Колич. зубьев звездочек		Скорость ленты, м/с	Колич. зубьев звездочек		Скорость ленты, м/с	Диапазоны	Число оборотов звездочки 9, об/мин	Коэффициент для передачи 2-12			
А	Б		А	Б				№ передачи	К	№ передачи	К
12	26	1,37	21	23	2,74	А1	4	2	1,03	8	1,35
12	23	1,59	19	19	2,99	Б1	7	3	1,07	9	1,41
12	19	1,89	21	19	3,30	В1	12	4	1,12	10	1,47
19	26	2,20	19	15	3,77	Г1	20	5	1,18	11	1,54
12	15	2,39	21	15	4,42	Д1	34	6	1,24	12	1,60
21	26	2,42	19	13	4,55	Е1	58	7	1,30		
19	23	2,48	21	13	5,07						
12	13	2,65									

Для каждого режима подсчитать количество участков с одинаковым

числом семян (от нуля до максимального значения) и записать результаты в табл. 12 (курсивом обозначены данные примера). Подсчитать процентное содержание участков с одинаковым числом семян, а также общее количество семян на этих участках в штуках и процентах.

Т а б л и ц а 12. Журнал обработки опытных данных

Число семян на участке	Режим А				Режим Б			
	Число участков		Число семян		Число участков		Число семян	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
0								
1								
2 (пример)	5	10	10	8				
3								
и т.д.								
Сумма	50	100	125	100	50	100		100

Например, на одном из режимов число участков, на которых высеялось по 2 семени, составило 5; общее же количество высеянных семян на всех пятидесяти участках (находится суммированием) – 125. Тогда данные строки таблицы, соответствующей числу семян на участке, равному 2, для данного режима определяются следующим образом: число участков – 5 шт.,  $(5/50) \cdot 100 = 10\%$ ; число семян –  $2 \cdot 5 = 10$  шт.,  $(10/125) \cdot 100 = 8\%$ .

По данным, приведенным в табл. 12, построить графики равномерности высева. Образцы графиков для двух существенно отличающихся режимов высева представлены на рис. 12. По горизонтальной оси откладывают число семян на участках (первый столбец таблицы), по вертикальной оси – процентное содержание соответствующих участков (сплошная линия) и общего количества семян на этих участках (штриховая линия). Графики строят отдельно для каждого режима.

Абсцисса точки пересечения ломаных линий дает среднее число семян на участке, ордината – относительное (процентное) количество участков со средним числом семян и относительное (процентное) количество семян, выпавших на эти участки. Действительно, если общее число семян  $M$ , а число участков  $N$ , то среднее число семян на участке  $k = M/N$ . С другой стороны, если  $n$  – число участков, на которых выпало по среднему числу  $k$  семян, то число семян на этих участках  $m = kn$  или  $k = m/n$ . Тогда  $M/N = m/n$ . Умножив обе части этого уравнения на  $n/M \cdot 100\%$ , получим  $n/N \cdot 100\% = m/M \cdot 100\%$ , т.е. относительное количество участков, на которых выпало по среднему числу семян, равно относительному количеству всех семян, выпавших по среднему числу на участках.

По полученным графикам можно дать сравнительную оценку равномерности высева при исследованных режимах работы высевающего

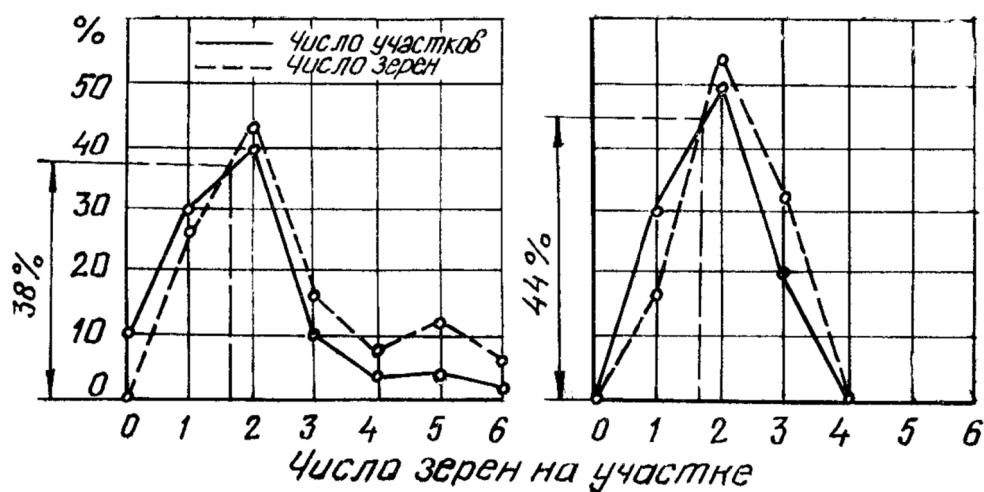


Рис. 12. Графики равномерности высева семян.

аппарата. Грубую оценку можно дать по общему виду графиков: чем график более компактный, тем высев более равномерный. При детальном анализе используют критерии оценки, приведенные в табл. 13.

Чем меньше пустых участков и больше участков со средним числом семян или со средним  $\pm 1$ , а также меньше интервал варьирования числа семян на участках, тем выше равномерность высева.

В табл. 13 указаны значения оценочных показателей приведенных выше (рис.12) графиков. Вместо этих значений следует привести фактические данные опытов и сделать выводы по оценке сравниваемых режимов. При подсчете количества семян, выпавших со средним числом  $\pm 1$ , суммируются семена на участках со средним числом, а также на участках с числом семян большим и меньшим на единицу.

Т а б л и ц а 13. Показатели сравнительной оценки

Режим	Количество пустых участков, %	Количество участков со средним числом семян, %	Количество семян, выпавших со средним числом $\pm 1$	Интервал варьирования числа семян на участке	Выводы
А	10	38	83	0...6	
Б	0	44	100	1...3	Значительно равномернее

**Содержание отчета:** результаты опыта и их обработка, представленные в виде табл. 12, графики равномерности высева и показатели сравнительной оценки (табл.13) исследованных режимов работы.

## Работа 7. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА

**Задание.** 1. Освоить методику и произвести расчеты для установки свекловичной сеялки ССТ-12Б на заданную норму высева.

2. Установить заданную норму высева семян свеклы на лабораторной установке, произвести высев и дать оценку качества работы высевающего аппарата.

*Сеялки точного высева* производят пунктирный посев семян пропашных культур с заданным расстоянием в рядке. Норма высева семян свеклы пунктирными сеялками задается в штуках семян на 1 м длины рядка. На сеялке требуемую норму устанавливают изменением количества рядов работающих ячеек на высевающем диске или передаточного отношения редуктора в механизме привода. Заданную норму можно установить по таблице, имеющейся в техническом описании сеялки, или на основании следующего расчета.

Путь, проходимый сеялкой за один оборот приводного колеса с учетом прогиба шины и буксования, равен  $\pi D = 1,7$  м ( $D$  – диаметр колеса). Тогда число семян, высеваемых одним высевающим аппаратом на этом пути при заданной норме высева ( $N$ , шт/м), равно  $N' = 1,7N$ .

Число оборотов высевающего диска, обеспечивающее заданную норму

$$n_{\partial} = \frac{N'}{k} = \frac{1,7N}{k},$$

где  $k$  – число работающих ячеек на высевающем диске.

Общее передаточное отношение механизма привода от приводного колеса к диску для достижения требуемой нормы

$$i = \frac{n_{\partial}}{n_k} = \frac{1,7N}{k}, \quad (1)$$

где  $n_k = 1$  – число оборотов приводного колеса, используемое в расчете.

Выразим передаточное отношение через элементы механизма привода (рис.13)

$$i = \frac{10}{9} \cdot \frac{Z_A}{Z_B} \cdot \frac{14}{9} \cdot \frac{13}{90} = 0,25 \frac{Z_A}{Z_B}. \quad (2)$$

Приравняем правые части выражений (1) и (2)

$$\frac{1,7N}{k} = 0,25 \frac{Z_A}{Z_B} \text{ или } \frac{Z_A}{Z_B} = \frac{6,8N}{k}. \quad (3)$$

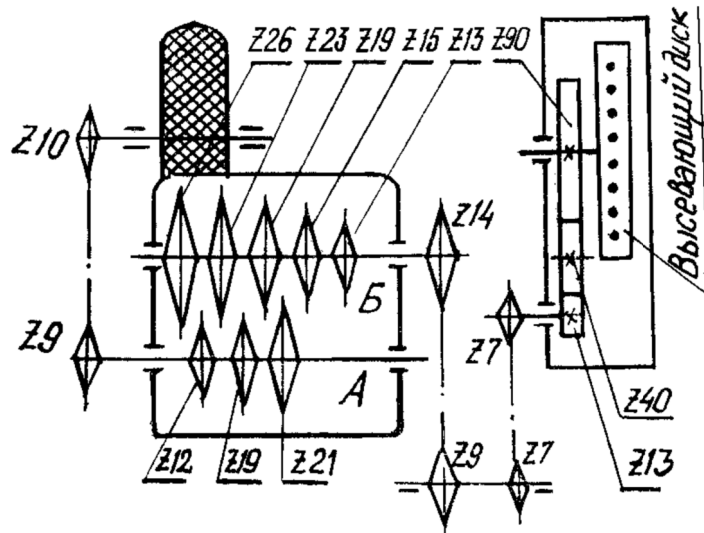


Рис. 13. Схема механизма передач сеялки ССТ-12Б.

При норме высева до 20 шт/м рекомендуется использовать два ряда ячеек, при более высокой норме – три (в одном ряду 70 ячеек).

Подставив в выражение (3) значение заданной нормы высева и принятого количества работающих ячеек диска, подбираем из имеющихся звездочек на блоках А и Б такие, при которых наиболее близко будет соблюдаться равенство (3). Например, при норме высева 12 шт/м принимаем два ряда работающих ячеек, т. е.  $k = 140$ . Тогда  $Z_A/Z_B = 6,8 \cdot 12 / 140 = 0,583$ . Наиболее близкие значения числа зубьев звездочек  $Z_A = 12$ ,  $Z_B = 19$ .

Основным требованием, предъявляемым к качеству работы высевающих аппаратов пунктирных сеялок, является соблюдение заданного интервала между семенами в рядке. Оценка может производиться путем высева в открытую борозду или на липкую ленту. Согласно стандарту при высеве семян на липкую ленту длина учетного участка должна быть 5 м. На этом участке замеряют расстояния между высеянными семенами с точностью до 0,5 см и подсчитывают среднее арифметическое значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации.

Полученные значения коэффициента вариации сравнивают с агротехнически допустимым, который для современных свекловичных сеялок не должен превышать 35 %.

## Порядок выполнения работы

1. По выражению (3) подобрать сменные звездочки в редукторе привода высевающего диска для высева заданной нормы семян свеклы сеялкой ССТ-12Б. Норму высева в пределах от 8 до 50 шт/м задает преподаватель.

2. Установить заданную норму высева на лабораторной установке. Описание лабораторной установки, ее характеристика, порядок подготовки и проведения опытов даны в работе 6.

Принять рабочую скорость ленты и установить соответствующее передаточное отношение редуктора 8 (см. рис. 11). При норме высева до 25 шт/м рабочая скорость сеялки не должна превышать 9 км/ч, а при более высоких нормах – 6 км/ч.

При заданной норме высева ( $N$ , шт/м) и принятой скорости ленты ( $V$ , м/с) частота вращения высевающего диска  $n_d = 60VN/k$  мин<sup>-1</sup>. Передаточное отношение от приводной звездочки 9 (рис. 11, б) установки к валу высевающего диска  $i = n_d/n_z$ . Из кинематической схемы механизма привода

$$i = \frac{13}{90} i_y = 0,14 \cdot i_y,$$

где  $i_y$  – передаточное отношение цепной передачи от приводной звездочки установки к валу высевающего аппарата (принято из установки);

13/90 – передаточное отношение в высевающем аппарате.

Приравняв значения передаточных отношений, получим

$$\frac{n_d}{n_z} = 0,14 i_y \text{ или } n_z = \frac{n_d}{0,14 i_y} = \frac{60VN}{0,14 i_y k} = \frac{428VN}{i_y k} \text{ (мин}^{-1}\text{)}. \quad (4)$$

Подставив значения показателей в выражение (4), следует подсчитать необходимую частоту вращения приводной звездочки установки, подобрать по табл. 11 нужную передачу и установить ее в редукторе 7.

Например, при  $V = 1,37$  м/с,  $N = 12$  шт/м,  $i_y = 16/13 = 1,23$ :

$$n_z = \frac{428 \cdot 1,37 \cdot 12}{1,23 \cdot 140} = 40,86 \text{ (мин}^{-1}\text{)}.$$

Из табл. 11 видим, что должен быть включен диапазон  $D$ . Передаче  $D1$  соответствует 34 мин<sup>-1</sup>. Разделим 40,86 на 34 и найдем коэффициент  $K$ . Он будет равен 1,20. Наиболее близкая передача –  $D5$ .

3. Произвести высев семян на липкую ленту, замерить расстояния между семенами на участке ленты длиной 5 м и записать результаты в виде ряда чисел.

4. Произвести расчет оценочных показателей.  
Среднее расстояние между семенами

$$\bar{l} = \frac{\sum l_i}{m},$$

где  $l_i$  – расстояние между отдельными семенами, см;  
 $m$  – число замеров.

Среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{l} - l_i)^2}{m - 1}}.$$

Коэффициент вариации

$$v = \frac{\sigma}{\bar{l}} 100\%.$$

Полученное значение коэффициента вариации сравнить с агротехническим допуском, дать оценку равномерности высева, а также наметить мероприятия по повышению равномерности высева.

Результаты занести в табл. 14.

Т а б л и ц а 14. **Оценочные показатели высева**

Норма высева, $N$ , шт/м	Среднее расстояние между семенами, см		$\sigma$ , см	$V$ , %	Выводы
	Расчетное $100/N$	Фактическое $l$			

**Содержание отчета:** 1) расчеты для установки сеялки на заданную норму высева; 2) расчеты по установке заданной нормы высева на лабораторной установке; 3) результаты по оценке равномерности высева (замеры и оценочные показатели в виде табл. 14).

## **Работа 8. АНАЛИЗ РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА**

**Задание.** 1. Провести испытания высевающего аппарата сеялки СУПН-8 и определить зависимость коэффициента заполнения отверстий диска от частоты его вращения.

2. Для заданной нормы высева семян кукурузы определить макси-

мально допустимую рабочую скорость сеялки.

*Пунктирные сеялки* имеют односемянные высевальные аппараты механического и пневматического высева. Аппараты механического высева проще по устройству и в эксплуатации. Однако они узкоспециальные, требуют калибровки семян, могут их повреждать, ячейки высевальных дисков удовлетворительно заполняются только семенами, близкими к шарообразной форме. Аппараты пневматического высева более универсальны, не требуют калибровки семян, практически их не повреждают, но требуют надежного пневмопитания и соответствия диаметра отверстий диска высевальным семенам.

Качественный высев семян кукурузы сеялкой СУПН-8 будет достигнут в том случае, если каждое отверстие высевального диска захватит и подаст в высевной канал по одному зерну. Как пропуски, так и высев по два и более зерен являются браком. Поэтому оценочным показателем качества работы аппарата может служить *коэффициент  $K$  заполнения отверстий* диска по одному зерну, который определяют отношением числа зерен, высеянных по одному, к числу отверстий, прошедших над высевным каналом за время высева.

Значение коэффициента  $K$  при работе сеялки зависит от ряда факторов: качества семенного материала, правильного выбора и установки высевального диска, установки сбрасывателя лишних семян, линейной скорости движения отверстий диска, разрежения в вакуумной камере.

Калибровка семян кукурузы для работы аппарата не требуется, но они должны быть достаточно выровнены по форме и размерам, не содержать посторонних примесей. Одновременный высев семян разных сортов, значительно отличающихся по форме и размерам, резко снижает качество работы аппарата. Для высева кукурузы рекомендуются диски с отверстиями диаметром 5,5 мм. Для мелких семян могут быть использованы диски с диаметром отверстий 3 мм.

В работе аппарата заложен принцип гарантии высева, т.е. разрежение в вакуумной камере устанавливается таким, при котором пропуски сводятся к минимуму, но отдельные отверстия при этом захватывают по два и более семян. Лишние семена удаляются сбрасывателем. Положение сбрасывателя главным образом зависит от размера семян и ориентировочно устанавливается по рекомендациям завода, а затем корректируется при пробном высеве. Требуемое разрежение в вакуумной камере зависит от физико-механических свойств семян, нормы высева, скорости движения отверстий диска. При высеве семян кукурузы с нормой 25...150 тыс. шт/га оно должно находиться в пределах 4,1...4,3 кПа.

Значительное влияние на условия захвата и высева семян оказывает линейная скорость движения отверстий высевального диска, которая

зависит как от рабочей скорости сеялки, так и от нормы высева. Существуют предельные значения скорости, при превышении которых резко снижается коэффициент заполнения отверстий. Это необходимо учитывать при выборе режима работы сеялки.

### Порядок выполнения работы

Работа выполняется на лабораторной установке (рис.14), включающей высевающий аппарат 1 сеялки СУПН-8; вакуумный провод 2, соединяющий аппарат с вентилятором, установленным в станине; прерыватель 3; счетчик импульсов 4; редуктор 5 с рычагами переключения передач 6 и 7; рукоятку совмещения шестерен 8.

1. Провести четыре опыта с различной частотой вращения высевающего диска при постоянном разрежении в вакуумной камере.

До начала опытов следует засыпать в семенную банку семена, установить требуемый скоростной режим работы аппарата (желательно начинать с меньшей частоты вращения высевающего диска), под аппарат поставить емкость для сбора семян, включить вентилятор и привод высевающего диска, добиться устойчивого однозернового высева установкой рычага сбрасывателя семян. Скоростной режим менять последовательным переключением рычага 7 при постоянном положении (D) рычага 6. Для совмещения шестерен редуктора проворачивать рукоятку 8.

После настройки аппарата одновременно подставить пустую емкость для сбора семян, включить счетчик импульсов и секундомер (заметить время на часах). Продолжительность опытов – 1...2 мин.

Во время опыта вести наблюдение за высевом через смотровое окно со стороны семенной камеры и подсчитать количество отверстий, высевающих по два и более семян. По истечении времени опыта одновременно убрать емкость для сбора семян и выключить счетчик импульсов, затем выключить установку.

2. После каждого опыта подсчитать количество семян, высеянных по одному. Для этого необходимо из числа собранных в емкость вычесть количество семян, высеянных по два и более (последнее находят умножением количества подсчитанных через смотровое окно отверстий на 2).

3. Определить коэффициент заполнения отверстий

$$K = m/m',$$

где  $m$  – число семян, высеянных по одному;

$m'$  – число отверстий диска, прошедших над высевающим окном за время опыта.

За один оборот диска счетчик импульсов дает 11 отсчетов. Тогда

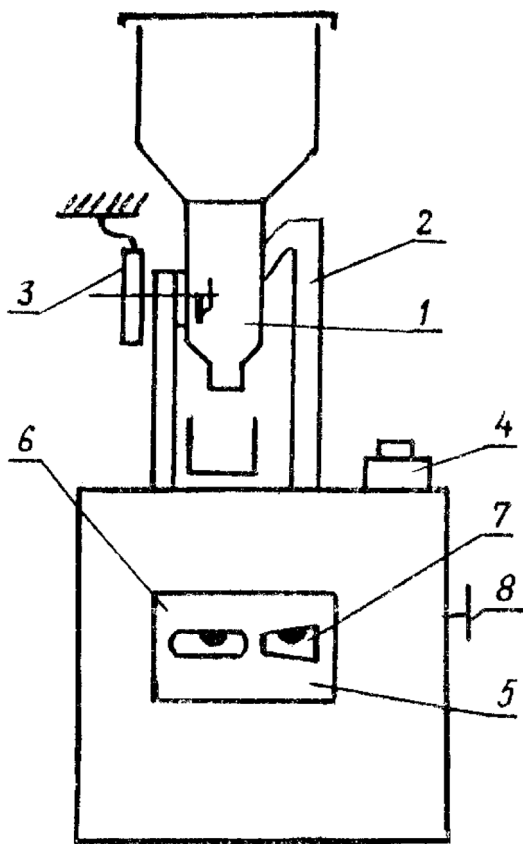


Рис. 14. Схема лабораторной установки: 1 – высевающий аппарат; 2 – вакуумпровод; 3 – прерыватель; 4 – счетчик импульсов; 5 – редуктор; 6, 7 – рычаги переключения передач; 8 – рукоятка совмещения шестерен.

$$m' = \frac{zk}{11},$$

где  $z$  – число отсчетов счетчика;

$k$  – число отверстий на диске.

4. Определить линейную скорость движения (м/с) отверстий высевающего диска

$$v = \frac{\pi dn}{60},$$

где  $n$  – частота вращения высевающего диска,  $n = z/(11 \cdot t)$  об/мин ( $t$  – время опыта, мин);

$d = 0,12$  м – диаметр окружности, по которой расположены отверстия на диске.

5. Полученные данные свести в табл. 15 и построить графическую зависимость коэффициента  $K$  от скорости движения отверстий  $v$ . Из графика определить максимально допустимое значение  $v_{max}$  (наибольшее значение скорости  $v$  при допустимом значении коэффициента  $K$ ).

Т а б л и ц а 15. Показатели работы высевающего аппарата

№ опыта	Время опыта $t$ , мин	Число семян, высеянных по одному	Показания счетчика $z$	Частота вращения диска $n$ , мин <sup>-1</sup>	Скорость движения отверстий $v$ , м/с	Коэффициент $K$
1						
...						
4						

6. По выражению (3) определить максимально допустимую рабочую скорость сеялки  $V_{max}$  для высева заданной преподавателем нормы ( $N$ , шт/га).

Число семян, высеваемых на 1 погонный метр длины рядка при ширине междурядий  $b$ , равно

$$N' = \frac{Nb}{10000} \text{ (шт/м)}.$$

Поскольку скорость движения отверстий диска находится в прямой зависимости от рабочей скорости движения сеялки, максимально допустимое значение последней будет соответствовать допустимому значению первой и определится в результате следующего расчета.

Число семян, которое *должен* высевать аппарат за 1 секунду при рабочей скорости сеялки  $V_{max}$  (км/ч) для обеспечения заданной нормы  $N'$  (шт/м),

$$M = \frac{V_{max}N'}{3,6} \text{ (шт/с)}. \quad (1)$$

Число семян, которое *может* высеять аппарат за 1 секунду при скорости отверстий диска  $v_{max}$  (м/с)

$$M' = \frac{kv_{max}}{\pi d} \text{ (шт/с)}. \quad (2)$$

Так как полученные числа  $M$  и  $M'$  должны совпадать, приравняем правые части выражений (1) и (2) и найдем максимально допустимую рабочую скорость сеялки

$$V_{max} = \frac{3,6kv_{max}}{\pi dN'} \text{ (км/ч)}. \quad (3)$$

Из выражения (3) видно, что рабочую скорость сеялки следует выбирать с учетом нормы высева, числа отверстий диска и допустимой скорости их движения.

**Содержание отчета:** 1) необходимые расчеты показателей; 2) опытные и расчетные данные, сведенные в табл. 15; 3) график зависимости коэффициента  $K$  от  $v$ .

## **Р а б о т а 9. АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ТУКОВОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА**

**Задания.** 1. Определить рабочий объем туковывсевающего аппарата АТП-2 и коэффициент использования высевного канала  $K$ . Установить зависимость коэффициента  $K$  от частоты вращения  $n$  высевающего шнека или угла наклона  $\alpha$  аппарата (по заданию преподавателя).

2. Определить неравномерность и неустойчивость высева.

Туковые аппараты АТП-2 с высевающим элементом в виде пружинного шнека используют в контрструкции пропашных сеялок и куль-

тиваторов. В нижней части бункера по сторонам имеются два высевных канала цилиндрической формы, в которых находятся пружинные шнеки с правой и левой навивками (рис. 15). При вращении шнеков удобрения перемещаются в каналах и поступают в тукопроводы. Объем удобрений, высеваемых за один оборот шнека, называют *рабочим объемом аппарата*.

Если предположить, что за один оборот шнека масса удобрений по всему сечению высевного канала переместится на расстояние, равное шагу навивки шнека  $S$ , то *расчетный рабочий объем*  $V_p$  аппарата выразится разностью объема цилиндра диаметром  $D$  и длиной  $S$  и объема, занимаемого валом и спиралью шнека (рис. 15, б), т. е.

$$V_p = \frac{\pi}{4} \left[ S(D^2 - d^2) - d_{np}^2 \sqrt{(\pi d_{cp})^2 + S^2} \right].$$

Подставив значения параметров: шаг шнека  $S = 2,3$  см; диаметр шнека  $D = 6,0$  см; диаметр вала  $d = 1,8$  см; диаметр проволоки спирали  $d_{np} = 0,5$  см; средний диаметр спирали  $d_{cp} = 4,5$  см, получим

$$V_p = \frac{\pi}{4} \left[ 2,3(6^2 - 1,8^2) - 0,5^2 \sqrt{(\pi \cdot 4,5)^2 + 2,3^2} \right] = 56 \text{ см}^3.$$

*Фактический рабочий объем*  $V_0$  будет меньше расчетного ввиду неравномерного заполнения высевного канала и различной скорости движения частиц вдоль и поперек канала.

Если ввести *коэффициент*  $K$  *использования высевного канала*, равный отношению фактического рабочего объема к расчетному, то фактический рабочий объем

$$V_0 = KV_p = 56K \text{ см}^3. \quad (1)$$

Таким образом, определение рабочего объема аппарата сводится к определению коэффициента  $K$  для разных видов удобрений и условий работы (частоты вращения шнека, угла наклона аппарата и др.).

Зная рабочий объем аппарата, можно определить необходимое передаточное отношение механизма привода для внесения заданной дозы удобрений.

Чтобы обеспечить заданную дозу  $Q$  (кг/га) внесения удобрений, в каждый тукопровод за один оборот приводного колеса культиватора должен быть посеян объем удобрений, равный

$$V_0' = \frac{QbL}{2 \cdot 10 \cdot \gamma} (\text{см}^3), \quad (2)$$

где  $b$  – ширина междурядий, м;

$L = 1,7$  м – путь машины за один оборот приводного колеса с учетом прогиба шины и буксования;

$\gamma$  – объемная масса удобрений, г/см<sup>3</sup>.

Тогда передаточное отношение от приводного колеса к шнеку

$$i = \frac{V'_0}{V_0}. \quad (3)$$

*Неравномерность и неустойчивость высева* являются основными оценочными показателями работы любой высевающей системы. Оба показателя определяют аналогично и по одним и тем же опытным данным. Неравномерность рассчитывают по отклонениям от среднего высева в один тукопровод (сравнивают высевы отдельными тукопроводами аппарата), а неустойчивость – по отклонениям высевок отдельных повторностей (определяют стабильность высева удобрений аппаратом во времени или по длине гона). Для современных туковысевающих аппаратов агротехнический допуск неравномерности высева составляет 10 %, неустойчивости – 5 %.

### Порядок выполнения работы

Работу выполняют на лабораторной установке (рис. 15), состоящей из рамы 1, высевающего аппарата 2, электродвигателя 3 и механизма привода, включающего четырехскоростной шестеренчатый редуктор 4 для изменения частоты вращения высевающего шнека. Удобрения или их заменители высеваются по тукопроводам 5 в ящики 6.

1. *Опыты проводят при четырех значениях частоты вращения высевающего шнека в горизонтальном положении аппарата или на одном из скоростных режимов – при трех значениях угла наклона аппарата (0°, 5° и 10°).*

Определить с помощью пурки (порядок определения приведен в работе 5) объемную массу удобрений  $\gamma$  (г/см<sup>3</sup>). Засыпать удобрения в бункер. Установить требуемый режим работы аппарата. Под тукопроводы поставить отдельные ящики. Включить счетчик импульсов, который делает четыре отсчета за один оборот вала. Заметить время и включить установку. За время опыта (0,5...1,0 мин) подсчитать число оборотов  $N$  шнека (число отсчетов счетчика разделить на четыре). Высеянные удобрения из отдельных тукопроводов (левого –  $g_1$ , правого –  $g_2$ ) взвесить и результаты записать в табл. 16. Повторность опытов на каждом режиме трехкратная (высевы повторностей обозначают различным количеством штрихов:  $g'_1, g''_1, g'''_1$ ).

Подсчитать показатели работы аппарата и занести в табл. 16.

Средняя из трех повторностей масса удобрений, высеянная в левый и правый тукопроводы,

$$\bar{g}_1 = \frac{g'_1 + g''_1 + g'''_1}{3} \text{ (г)}, \quad \bar{g}_2 = \frac{g'_2 + g''_2 + g'''_2}{3} \text{ (г)}.$$

Общая масса удобрений, высеянная в два тукопровода в каждой повторности,

$$G' = g'_1 + g'_2 \text{ (г)}, \quad G'' = g''_1 + g''_2 \text{ (г)}, \quad G''' = g'''_1 + g'''_2 \text{ (г)}.$$

Средняя из трех повторностей масса удобрений, высеянная аппаратом в два тукопровода,

$$\bar{G} = \frac{G' + G'' + G'''}{3} \text{ (г)}.$$

2. *Определить рабочий объем аппарата по среднему высеву  $\bar{g}$  в один тукопровод (при горизонтальном положении аппарата)*

$$V_0 = \bar{g} / N\gamma \text{ (см}^3\text{)},$$

где  $N$  – число оборотов высевающего шнека за время опыта.

Определить коэффициент использования высевного канала

$$K = \frac{V_0}{V_p} = \frac{V_0}{56}.$$

При исследовании влияния угла наклона аппарата на  $V_0$  и  $K$  их определяют отдельно по высеву в левый и правый тукопроводы.

По результатам расчетов построить график зависимости коэффициента  $K$  от исследуемого фактора (частоты вращения шнека  $n$  и угла наклона  $\alpha$  аппарата).

По выражению (3) рассчитать необходимое передаточное отношение механизма привода шнека для высева заданной дозы  $Q$ . Доза внесения удобрений  $Q$  (кг/га) и ширина междурядий  $b$  (м), необходимые для расчета, задаются преподавателем.

3. *Определить неравномерность высева удобрений между выходами в левый и правый тукопроводы для каждого режима.*

Средний высев аппаратом в один тукопровод

$$\bar{g} = \frac{\bar{g}_1 + \bar{g}_2}{2} \text{ (г)}.$$

Т а б л и ц а 16. Показатели работы туковывсевающего аппарата

1	2	3	4	Высев в левый тукопровод, г				Высев в правый тукопровод, г				Средний высев в один тукопровод, г	Для левого тукопровода		Для правого тукопровода		
				по повторностям			средний	по повторностям			средний		$V_{01}$	$K_1$	$V_{02}$	$K_2$	
				$g_{1'}$	$g_{1''}$	$g_{1'''}$		$\bar{g}_1$	$g_{2'}$	$g_{2''}$							$g_{2'''}$
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					

1	Суммарный высев аппаратом, г				Неравномерность высева					Неустойчивость высева						
	по повторностям			средний	$\delta_1$ , г	$\delta_2$ , г	$\Delta_1$ , %	$\Delta_2$ , %	$\Delta_{cp}$ , %	$\delta'$ , г	$\delta''$ , г	$\delta'''$ , г	$\Delta'$ , %	$\Delta''$ , %	$\Delta'''$ , %	$\Delta$ , %
	$G'$	$G''$	$G'''$													
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	

Отклонения от среднего высева

$$\delta_1 = \bar{g}_1 - \bar{g} \text{ (г)}, \quad \delta_2 = \bar{g}_2 - \bar{g} \text{ (г)};$$

$$\Delta_1 = \delta_1 / \bar{g} \cdot 100\%, \quad \Delta_2 = \delta_2 / \bar{g} \cdot 100\%.$$

Средняя неравномерность высева

$$\Delta_{cp} = \frac{|\Delta_1| + |\Delta_2|}{2} \text{ \%}.$$

4. Определить неустойчивость высева для каждого режима.

Отклонения массы удобрений, высеваемой аппаратом в отдельных повторностях в два тукопровода, от средней массы

$$\delta' = G' - \bar{G} \text{ (г)}, \delta'' = G'' - \bar{G} \text{ (г)}, \delta''' = G''' - \bar{G} \text{ (г)}.$$

$$\Delta' = \frac{\delta'}{\bar{G}} \cdot 100\%, \Delta'' = \frac{\delta''}{\bar{G}} \cdot 100\%, \Delta''' = \frac{\delta'''}{\bar{G}} \cdot 100\%.$$

Неустойчивость высева

$$\Delta = \frac{|\Delta'| + |\Delta''| + |\Delta'''}{3} \text{ \%}.$$

**Содержание отчета:** 1) схема высевающего элемента аппарата; 2) опытные данные, расчеты показателей и их результаты, сведенные в табл. 16; 3) графики зависимости коэффициента использования высевного канала от частоты вращения шнека и угла наклона аппарата; 4) краткие выводы по работе.

## **Р а б о т а 10. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ШТАНГОВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ**

**Задания.** 1. Провести испытания распылителей заданного типа и дать оценку качества их работы.

2. Построить графическую зависимость расхода жидкости через распылитель от давления в нагнетательной сети и эпюру распределения жидкости по ширине факела распыла. Определить коэффициент расхода жидкости через распылитель.

*Распылители* являются важнейшими рабочими органами опрыскивателей и в основном определяют их технический уровень. От их работы зависит количество и качество нанесения пестицида на объект обработки, т.е. эффективность опрыскивания.

Основными показателями работы распылителей являются расход жидкости в единицу времени, угол факела распыленной жидкости, равномерность распределения жидкости по ширине факела, дисперсность жидкости. Значения указанных показателей зависят от типа распылителя, диаметра выходного отверстия, давления жидкости в нагнетательной сети.

По принципу действия распылители подразделяются на центробежные, щелевые, дефлекторные, пневматические. Они дают распыл в виде сплошного или полого конуса или веера.

*Центробежные* распылители наиболее многообразны. *Центробежно-вихревые* распылители перед выходным отверстием имеют камеру завихрения, в которой жидкость приобретает вращательное движение и выходит через отверстие в виде полого конуса. Завихрение

жидкости в камере достигается за счет сердечника с винтовой нарезкой, завихрительной шайбы или ввода нагнетательного канала по касательной к стенке камеры (тангенциальные).

Разновидностью центробежных распылителей являются распылители с вращающимися головками. Жидкость подается в центр головки. При вращении головки под действием центробежных сил она перемещается к наружным кромкам, дробится на капли и распределяется по периферии.

*Щелевые* распылители имеют наиболее простое устройство. На входе в распылитель имеется полость в виде полусферы. Строго по середине полусферы выполнено отверстие в виде узкой щели, расширяющейся в сторону выхода жидкости. Жидкость под давлением поступает в щель с двух сторон и в результате столкновения распыливается в виде веера с небольшим углом.

*Дефлекторные* распылители имеют корпус с осевым каналом, на выходе которого расположена отражательная поверхность (дефлектор). Выходя под давлением, струя жидкости ударяется о дефлектор и распыливается под большим углом.

*Пневматические* распылители подразделяются на две разновидности: с подачей жидкости соосно с потоком воздуха и под углом к нему. Выходящая из отверстия жидкость дробится воздушной струей на мелкие капли. Дисперсность и форма факела распыла зависят от конструкции и режима работы распылителя.

Более подробно о распылителях изложено в литературе [1, с. 242...256], [2, с. 123...128], [3, с. 180...186].

*Настройку распылителей* на требуемый режим работы осуществляют по заданной норме расхода рабочего раствора ядохимиката с учетом скорости движения и ширины захвата опрыскивателя. Расход рабочего раствора через один распылитель рассчитывают по зависимости

$$q = QBV/600n \text{ (л/мин)}, \quad (1)$$

где  $Q$  – заданная норма расхода рабочего раствора ядохимиката, л/га;

$B$  – ширина захвата опрыскивателя, м;

$V$  – рабочая скорость движения машины, км/ч;

$n$  – количество распылителей на штанге.

По результатам расчета, используя специальные таблицы или номограммы, выбирают рабочее давление в системе. При необходимости изменением давления добиваются требуемого минутного расхода рабочего раствора.

Расход жидкости через распылитель может быть рассчитан, исходя из площади выходного отверстия распылителя и давления рабочей жидкости в системе нагнетания

$$q = 0,06\mu f \sqrt{2gH} \text{ (л/мин)}, \quad (2)$$

где 0,06 – коэффициент размерности;

$\mu$  – коэффициент расхода;

$f$  – площадь выходного отверстия, мм<sup>2</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$H$  – давление жидкости в сети, м вод. ст.

Пользуясь выражением (2), можно подсчитать необходимый размер выходного отверстия распылителя и давление жидкости для получения требуемого расхода. Однако для этого необходимо знать коэффициент расхода. Его значение зависит от типа распылителя и может быть определено опытным путем. Так, например, для центробежных распылителей с сердечником его среднее значение составляет 0,41, для центробежных тангенциальных – 0,27.

Из выражения (2)

$$\mu = \frac{q}{0,06f \sqrt{2qH}}. \quad (3)$$

Зная  $f$  и  $H$  и определив опытным путем минутный расход, можно по выражению (3) подсчитать коэффициент расхода.

*Угол факела распыла и равномерность* распределения жидкости по ширине факела влияют на шаг (интервал) расстановки распылителей на штанге и общую равномерность обработки по ширине захвата опрыскивателя. Распылители с малым углом факела распыла устанавливаются с небольшим интервалом (40–50 см) и этот интервал не может изменяться. Распылители с большим углом факела распыла и высокой равномерностью распределения жидкости могут устанавливаться на коллекторе с увеличенным интервалом при одновременном увеличении высоты расположения штанги. При этом следует учитывать, что количество работающих распылителей влияет на норму расхода жидкости.

*Дисперсность* рабочей жидкости определяет эффективность использования ядохимикатов. Чем выше дисперсность, тем сильнее токсичность частиц. Крупные капли имеют меньшую токсичность для вредных организмов, но могут вызывать ожоги культурных растений. Мелкие капли при одинаковом расходе ядохимиката на единицу площади более полно и равномерно покрывают обрабатываемую поверхность. Они лучше удерживаются на поверхности листьев, меньше смываются дождем, лучше проникают в гущу листьев и осаждаются на обратной их стороне. Крупные капли менее равномерно покрывают обрабатываемую поверхность, хуже удерживаются на ней, часть их ска-

тывается на почву и загрязняет ее. Вместе с тем крупные капли лучше осаждаются, меньше сносятся ветром. Размеры образуемых распылителем капель можно определить по отпечаткам их следов на специальной водочувствительной бумаге.

Учитывая, что для достижения высокой эффективности опрыскивания плотность покрытия должна составлять 30...70 капель на 1 см<sup>2</sup> обрабатываемой поверхности, концентрация и расход рабочей жидкости при разной дисперсности должны быть разными.

В зависимости от дисперсности рабочей жидкости различают три типа опрыскивателей: обычные (полнообъемные, крупнокапельные) – размер капель более 250 мкм, расход раствора для обработки полевых культур – 300...600 л/га; малообъемные (мелкокапельные) – размер капель 100...250 мкм, расход раствора – 10...200 л/га; ультрамалообъемные – размер капель 25...100 мкм, расход раствора – 1...5 л/га. Для ультрамалообъемных опрыскивателей препараты с завода поступают, как правило, в готовом виде, и не требуется дополнительных затрат на приготовление рабочей жидкости.

### Порядок выполнения работы

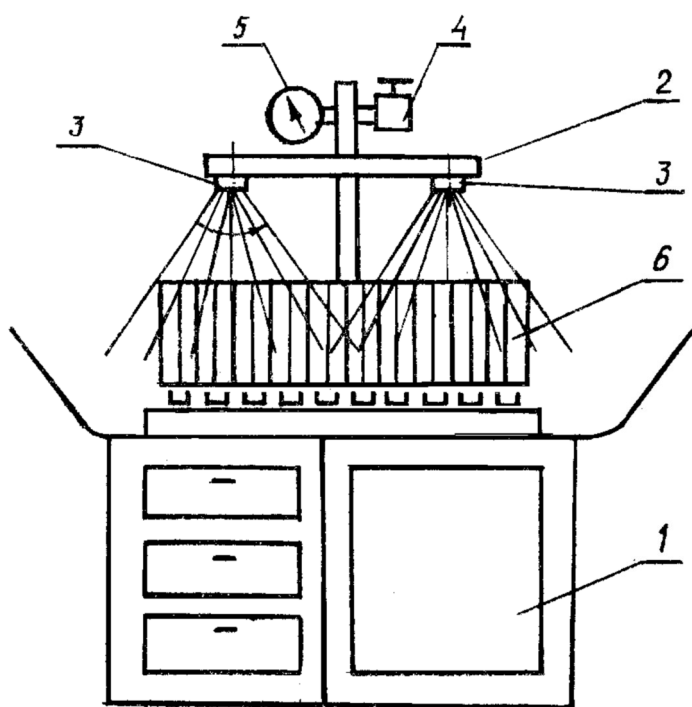


Рис. 16. Схема лабораторной установки: 1 – станина; 2 – коллектор штанги; 3 – корпус распылителя; 4 – регулятор; 5 – манометр; 6 – приемная поверхность.

Работа выполняется на лабораторной установке (рис. 16), включающей станину 1, с которой связаны емкость для жидкости, насос с электроприводом, всасывающая и нагнетательная коммуникации. На стойке подвижно закреплен коллектор 2, на котором установлены корпуса распылителей 3. Для настройки требуемого давления жидкости имеются регулятор 4 и манометр 5. Приемная поверх-

ность 6 представляет собой гофрированный наклонный стол с шагом 50 мм между гофрами.

1. Для изучения распределения жидкости по ширине факела необходимо установить распылитель указанного типа в корпусе 3. Второй корпус перекрыть заглушкой. Установить распылитель на заданной высоте над приемной поверхностью 6. Включить установку. Установить одно из значений давления жидкости. Собрать жидкость с каждого ручья кювета приемной поверхности в отдельные емкости в течение одной минуты. Замерить объем жидкости в каждой емкости и результаты записать в табл. 17. Подсчитать статистические характеристики распределения жидкости (см. работу 7).

2. Для установления зависимости расхода рабочей жидкости через распылитель от давления включить на рабочий режим правую секцию штанги опрыскивателя ОТМ-2-3. По манометру пульта управления регулятором установить давление жидкости 0,1 мПа. Замерить угол факела распыла и визуально оценить дисперсность жидкости. Затем подставить под один из распылителей мерный стакан, в течение минуты собрать жидкость и определить ее объем. Результаты занести в табл. 18. Опыт повторить пять раз, увеличивая давление каждый раз на 0,1 мПа. По опытным данным построить график зависимости расхода жидкости через распылитель от давления в нагнетательной сети. По выражению (3) подсчитать значения коэффициента расхода.

3. По данным опыта построить эпюру распределения жидкости по ширине факела распыла. На основании проведенных испытаний распылителей сделать вывод о качестве их работы и параметрах штанги.

Т а б л и ц а 17. Распределение жидкости по ширине захвата

Тип распылителя \_\_\_\_\_ . Давление в сети \_\_\_\_\_ мПа.  
Высота расположения распылителей \_\_\_\_\_ м.

Количество жидкости по ручьям $q_i$ , мл										$q_{cp}$ , мл	$\sigma$ , мл	$V$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	и т д.			

Т а б л и ц а 18. Результаты испытаний распылителей

№ п/п	Тип распыли- теля	Давление в нагнета- тельной се- ти, мПа	Угол факела распыла, град	Расход жидкости, л/мин	Дисперсность жидкости (визуально)	Кoeffи- циент расхода, $\mu$
1						
...						
5						

**Содержание отчета:** 1) результаты опытов и расчетов, сведенные в

табл. 17 и 18; 2) графики расхода и распределения жидкости: 3) выводы о качестве работы распылителей.

### Р а б о т а 11. РАСЧЕТ И РАЗМЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРА

**Задание. 1.** По заданному варианту исходных данных (табл. 19) построить схемы расстановки на раме парового культиватора рыхлительных и стрельчатых (устанавливаемых вместо рыхлительных) лап при расположении их в два ряда.

**2.** Построить схемы расстановки рабочих органов пропашного культиватора для заданных условий работы.

Варианты исходных данных приведены в табл. 19, где заданы:  $B$  – ширина захвата культиватора;  $a$  – глубина обработки,  $b_0$  – конструктивная ширина лапы;  $\alpha$  – угол вхождения лапы в почву;  $\theta$  – угол между плоскостями, ограничивающими область деформации почвы;  $l_0$  – вылет носка лапы относительно стойки;  $f$  – коэффициент трения почвы о лапу;  $\delta$  – угол возможного отклонения культиватора в горизонтальной плоскости.

Т а б л и ц а 19. Варианты исходных данных по расчету и размещению рабочих органов пропашного культиватора

№ варианта	$B$ , м	$a$ , см	$b_0$ , мм	$\alpha$ , град	$\theta$ , град	$l_0$ , мм	$f$	$\delta$ , град
1	3	10	20	35	40	155	0,6	7
2	4	11	45	30	45	125	0,51	8
3	3	12	50	24	50	155	0,55	9
4	4	13	60	25	50	140	0,6	10
5	3	14	63	30	45	155	0,4	10
6	4	15	20	45	42	140	0,37	9
7	3	16	45	40	40	205	0,38	8
8	4	10	50	25	50	140	0,51	7
9	3	12	60	30	44	125	0,53	7
10	4	13	20	40	48	250	0,47	9
11	4	15	45	40	50	160	0,4	10
12	3	16	50	35	48	145	0,49	10
13	4	18	60	35	46	150	0,53	9
14	4	18	20	30	42	155	0,61	7
15	3	12	45	25	45	125	0,54	7

1. *Культиваторы для сплошной обработки почвы (паровые) снабжают рыхлительными и полольными (стрельчатыми) лапами. Последние устанавливают на брус с перекрытием по ширине захвата.*

Ширина захвата стрельчатой лапы равна ее конструктивной ширине, а рыхлительной – ширине зоны деформации почвы в поперечном

направлении. Ширина зоны деформации почвы рыхлительной лапой больше ее конструктивной ширины.

При расстановке на культиваторе рыхлительных лап необходимо учитывать зоны деформации почвы лапой в продольном и поперечном направлениях, которые зависят от конструкции лапы, глубины обработки почвы и ее свойств (рис. 17, з).

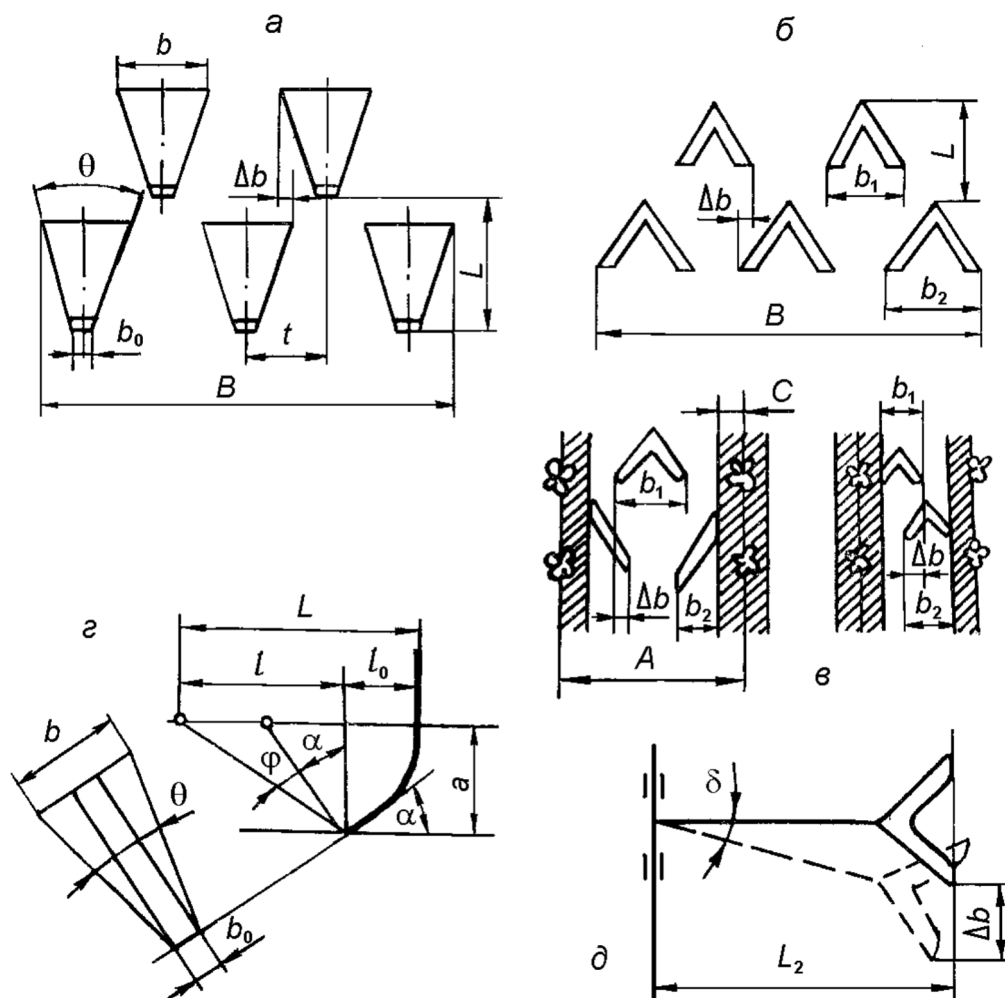


Рис. 17. Схемы расстановки рабочих органов: а и з – зоны деформации почвы рыхлительными лапами; б и в – расстановка стрелчатых лап; д – схема для обоснования перекрытия смежных зон деформации.

Зона деформации почвы лапой в продольном направлении

$$L = l_0 + l = l_0 + a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (1)$$

где  $l_0$  – вылет носка долотообразной лапы относительно стойки, м;  
 $a$  – глубина обработки, м;

$\alpha$  – угол вхождения лапы в почву;  
 $\varphi = 25^\circ$  – угол трения почвы о металл, град.  
 Зона деформации почвы лапой в поперечном направлении

$$b = b_0 + \frac{2a \cdot \operatorname{tg} \theta / 2}{\cos(\alpha + \varphi)}, \quad (2)$$

где  $b_0$  – конструктивная ширина лапы, м;  
 $\theta$  – угол между плоскостями, ограничивающими область деформации почвы, град.

Лапы на раме культиватора размещают в два или три ряда в шахматном порядке с целью устранения их забивания растительными остатками. Общее число лап при установке их в два ряда должно быть нечетным и во втором ряду на одну лапу больше, чем в первом. Чтобы исключить появление огрехов за счет возможных отклонений грядилей культиватора в горизонтальной плоскости (рис.17, д), предусматривают перекрытие смежных зон деформации  $\Delta b = 40 \dots 80$  мм.

Перекрытие рассчитывают по выражению

$$\Delta b = L_2 \sin \delta, \quad (3)$$

где  $L_2 = 0,4 \dots 0,8$  – длина грядила, м;  
 $\delta = 7 \dots 10^\circ$  – угол отклонения культиватора в горизонтальной плоскости, град.

Число рыхлительных лап  $n$ , размещенных на раме парового культиватора в два ряда при одинаковой ширине их захвата (зоне деформации) в обоих рядах и заданной ширине захвата машины,

$$n = \frac{B}{t} = \frac{B}{b - \Delta b}, \quad (4)$$

где  $t$  – расстояние между следами лап, м;  
 $b$  – ширина захвата (зона деформации) лапы, м.

При установке на тот же культиватор стрелчатых лап вместо рыхлительных ввиду меньшего тягового сопротивления второго ряда лап по сравнению с первым во втором ряду устанавливают лапы большей ширины захвата. Ширину лап первого ряда соответственно уменьшают. Благодаря этому выравниваются силы, действующие на звенья механизмов крепления лап.

Тогда ширина захвата культиватора со стрелчатыми лапами

$$B = b_1 n_1 + b_2 n_2 - \Delta b (n_1 + n_2 - 1), \quad (5)$$

где  $b_1$  и  $b_2$  – ширина захвата стрелчатых лап соответственно в первом

и втором рядах, выбранная с учетом обеспечения заданного перекрытия;

$n_1$  и  $n_2$  – число лап в первом и втором рядах.

2. *Культиватор для междурядной обработки* пропашных культур должен обрабатывать число рядков, равное или кратное числу секций пропашной сеялки или картофелесажалки.

Число лап, устанавливаемых на культиваторе для междурядной обработки, и перекрытие  $\Delta b$  определяют, пользуясь выбранной схемой размещения их в междурядьях и числом  $m$  одновременно обрабатываемых рядков.

В этом случае

$$m = \frac{B}{A}, \quad (6)$$

где  $A$  – ширина междурядий, м.

Учитывая, что пропашные культиваторы обрабатывают всегда четное число рядков, полученное значение округляют до ближайшего четного.

Ширина захвата лап (рис. 17, в) при трехрядном их размещении должна соответствовать условию

$$b_1 + 2(b_2 - \Delta b) = A - 2c, \quad (7)$$

где  $c$  – ширина защитной зоны, м;  
при двухрядном размещении

$$b_1 + b_2 - \Delta b = A - 2c, \quad (8)$$

Ширина защитной зоны зависит от развития корневой системы культурных растений, типа рабочих органов, глубины обработки и выбирается в пределах от 8 до 16 см.

На крайних секциях монтируют на одну лапу меньше, так как стыковые междурядья обрабатываются за два прохода. Это уменьшает подрезание культурных растений в рядке при обратном ходе машины.

### Порядок выполнения работы

1. По формулам (1) и (2) определить зоны деформации почвы рыхлительной лапой в продольном и в поперечном направлениях.
2. Определить минимальное расстояние между рядами лап и округлить его до рекомендуемых значений (400...500 мм).
3. По выражению (3) определить значение перекрытия лап.
4. По формуле (4) подсчитать количество лап и округлить его до

ближайшего целого нечетного числа.

5. Построить схему расстановки рыхлительных лап по аналогии со схемой на рис. 17, а.

6. Не меняя схемы расстановки рабочих органов культиватора, принятой для рыхлительных лап, из приведенного ряда размеров подобрать стрельчатые лапы (для первого ряда  $b_1$  – с меньшей шириной захвата, для второго  $b_2$  – с большей) так, чтобы суммарная ширина захвата двух смежных лап первого и второго ряда ( $b_1 + b_2$ ) была больше удвоенной ширины зоны деформации почвы рыхлительной лапой в поперечном направлении  $2b$  на величину перекрытия  $\Delta b$ . Стрельчатые универсальные лапы выпускаются с шириной захвата 220, 270 и 330 мм и углом раствора  $2\gamma = 65^\circ$  и с шириной 250, 330 и 380 мм и углом  $2\gamma = 60^\circ$ .

7. Построить схему расстановки стрельчатых лап для сплошной обработки почвы по аналогии с рис. 17, б.

8. По заданной преподавателем ширине междурядий определить число обрабатываемых рядков и подобрать из стандартного ряда размеров стрельчатые и односторонние лапы для междурядной обработки при трехрядном и двухрядном их размещении. Односторонние лапы выпускаются с шириной захвата 85, 120, 150, 165 и 250 мм.

9. Построить схему расстановки стрельчатых лап для междурядной обработки по аналогии с рис. 17, в.

**Содержание отчета:** результаты расчетов и схемы расстановки рабочих органов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Колос, 1980.
2. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Учеб. пособие / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов и др. Под ред. Г.Е. Листопада. М.: Агропромиздат, 1986.
3. Клочков А.В., Чайчиц Н.В., Буяшов В.П. Сельскохозяйственные машины. Мн.: Ураджай, 1997.
4. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. М.: Агропромиздат, 1989.
5. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание. М.;Л.: Госиздат с.-х. литературы, 1955.