

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Инженерно-технологический институт

Кафедра технических систем в агробизнесе,  
природообустройстве и дорожном строительстве

**Кузнецов В.В.**

## **Проектирование лемешно-отвальной поверхности корпуса плуга**

Методическое пособие и рабочая тетрадь к практическому занятию  
по дисциплине «Сельскохозяйственные машины»  
для студентов ВУЗов очного и заочного обучения  
по направлению бакалавриат 35.03.06 «Агроинженерия»,  
профиль образовательной программы «Технические системы  
в агробизнесе»



Брянск 2018

УДК 631.312.021.4 (076)

ББК 40.72

К 89

**Кузнецов, В. В. Проектирование лемешно-отвальной поверхности корпуса плуга:** методическое пособие и рабочая тетрадь / В. В. Кузнецов. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 24 с.

Методическое пособие в форме рабочей тетради к практическому занятию «Проектирование звена зубовой бороны» по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» для студентов ВУЗов очного и заочного обучения по направлению бакалавриат 35.03.06 «Агроинженерия», профиль образовательной программы «Технические системы в агробизнесе» помогает студенту получить практические навыки по компетенциям ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-8 рабочего плана дисциплины.

Рецензент: к.т.н., доцент С. И. Будко

*Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института от 21.02.2018 года, протокол №7.*

© Кузнецов В.В., 2018

© Брянский ГАУ, 2018

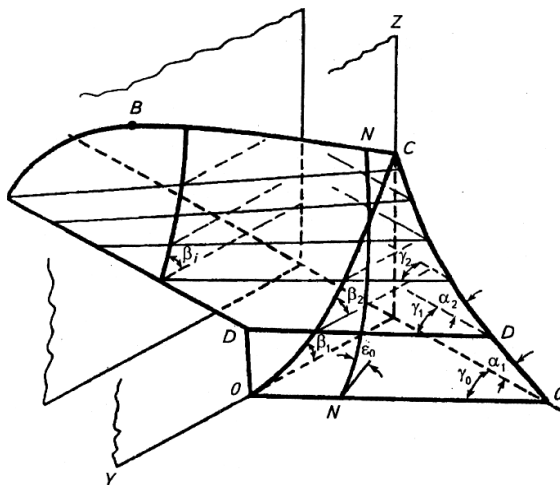
## Проектирование лемешно-отвальной поверхности корпуса плуга

**Цель работы.** Изучить порядок построения лемешно-отвальной поверхности корпуса плуга общего назначения. По исходным данным построить лемешно-отвальную поверхность и изготовить её макет из картона.

### Теоретическая часть

Лемешно-отвальные корпуса являются рабочими органами плугов, лемешных луцильников, окучников и др. Лемех подрезает пласт снизу и вместе с отвалом отделяет его сбоку (от стенки борозды). Перемещаясь по рабочей поверхности, пласт крошится и оборачивается. Качество обработки почвы зависит от типа отвала, гранулометрического состава, задернелости и влажности почвы.

Рабочая поверхность отвала может быть построена перемещением прямолинейной образующей параллельно дну борозды по некоторой направляющей кривой NN (рис. 1), расположенной в плоскости, перпендикулярной лезвию лемеха OO.



OO, DD – образующие;  $\gamma_i$ - угол сдвига;  $\alpha_i$ - угол подъёма;  $\beta_i$ - угол оборота пласта

Рисунок 1 – Характерные элементы и углы плужного корпуса

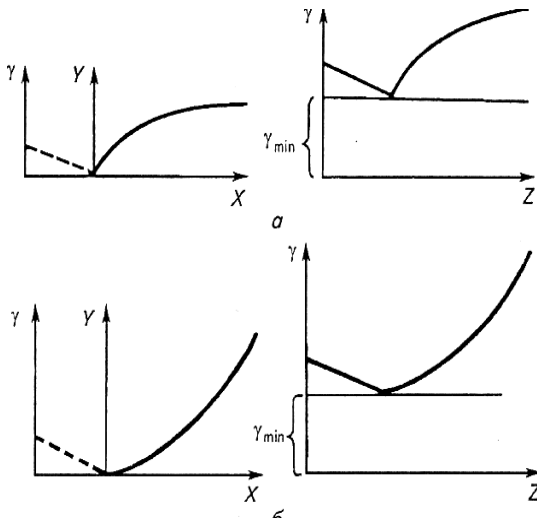
Касательная к направляющей кривой в ее нижней точке образует с горизонтальной плоскостью угол  $\epsilon_0$ , характеризующий установку лемеха к дну борозды. При движении линии OO по направляющей кривой получают образующие 1—1, 2—2, 3—3 ит. д. Эти линии образуют углы  $\gamma_i$  по отношению к

стенке борозды, изменение которых в зависимости от высоты  $z$ ; указывает на тип отвала.

Все отвалы с горизонтальной образующей делят на четыре типа: цилиндрические, культурные, полувинтовые, скоростные. Значения углов  $\gamma_i$  и  $\varepsilon_0$  приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Пределы изменения углов, град

Тип отвала	$\gamma_0$	$\varepsilon_0$	$\gamma_{\max} - \gamma_{\min}$	$\gamma_0 - \gamma_{\min}$	Высота расположения плоскости со значением $\gamma_{\min}$ , мм
Цилиндрический	45-55	30-35	0	0	-
Культурный	40-45	25-30	2-7	1-3	50-100
Полувинтовой	35-40	20-25	7-15	2-4	50-100
Скоростной	38	27	5-7	1-2	150-200



$a$  - для культурного отвала;  $b$  - для полувинтового отвала;  $X$  - расстояние по высоте между рассматриваемым сечением и сечением с углом  $\gamma_{\min}$ .

Рисунок 2 – Закономерность изменения углов  $\gamma$  по высоте  $z$

Сечение корпуса продольно-вертикальной плоскостью даёт возможность на профильной проекции определить угол подъёма  $\alpha$ , а поперечно-вертикальной плоскостью – угол  $\beta$ , характеризующий оборачивающую способность. Характер изменения углов представлен на рис. 2.

## Практическая часть

**Содержание работы.** Спроектировать лемешно-отвальную поверхность корпуса плуга, определить основные параметры корпуса плуга и перемещения пласта, изготовить из картона пространственный макет лемешно-отвальной поверхности.

**Исходные данные.** Для построения лемешно-отвальной поверхности необходимы следующие данные:

- глубина вспашки  $a$  и ширина захвата корпуса,  $b$ , см;
- отношение ширины захвата корпуса к глубине пахоты,  $\kappa = b/a = 1,3 \dots 1,5$ ;
- тип отвальной поверхности;
- угол, определяющий постановку лемеха относительно дна борозды,  $\varepsilon_0$  ;
- угол, определяющий постановку лезвия лемеха относительно стенки борозды,  $\gamma_0$ , град;
- угол, определяющий постановку груди отвала и соответствующий минимальному наклону образующей цилиндрида к стенке борозды,  $\gamma_{\min}$ , град;
- угол, определяющий постановку крыла отвала и соответствующий наибольшему наклону образующей цилиндрида к стенке борозды,  $\gamma_{\max}$ , град;
- угол сектора увеличения дуги направляющей кривой,  $\Delta \varepsilon$ , град.  
(для культурных поверхностей  $\Delta \varepsilon = 4^0 \dots 5^0$ , для полувинтовых-  $8^0 \dots 10^0$ );
- ширина лемешной стали,  $S$ , мм;
- ширина плоской части лемеха,  $S_l = 50 \dots 60$  мм;
- тип направляющей кривой- парабола;
- закономерность изменения углов образующей со стенкой борозды  $\gamma = f(x)$  ;
- значения углов, определяющих лемешно-отвальную поверхность (таблицы 1 и 2).

Таблица 2 - Исходные данные к проектированию лемешно-отвальной поверхности

№ п/п	$a$ , м	$k$	$\varepsilon_0$ , град	$\gamma_0$ , град	$\gamma_{\min}$ , град	$\gamma_{\max}$ , град	Тип отвала	$\Delta \varepsilon$ , град	S, мм	S <sub>1</sub> , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,24	1,46	28	41	39	45	К	4	105	51
2	0,20	1,50	28	41	39	46	К	5	114	52
3	0,25	1,40	29	42	41	45	К	4	122	53
4	0,22	1,36	29	42	40	45	К	4	132	54
5	0,25	1,37	29	42	40	46	К	5	152	55
6	0,26	1,35	30	43	41	46	К	5	105	56
7	0,21	1,43	30	43	41	47	К	4	114	57
8	0,27	1,30	30	43	42	47	К	5	122	58
9	0,24	1,46	22	35	33	44	П		132	59
10	0,20	1,50	23	35	33	45	П	8	152	60
11	0,25	1,40	23	36	34	46	П	9	105	51
12	0,22	1,36	24	36	34	47	П	10	114	52
13	0,26	1,35	24	37	34	48	П	8	122	53
14	0,21	1,43	25	37	35	49	П	9	132	54
15	0,27	1,30	25	38	35	50	П	10	152	55
16	0,24	1,46	25	41	38	48	К	4	122	51
17	0,20	1,50	20	36	33	46	ПВ	8	132	52
18	0,25	1,40	26	42	39	49	К	5	122	53
19	0,22	1,36	21	37	34	47	ПВ	9	132	54
20	0,25	1,37	27	43	40	50	К	4	122	55
21	0,26	1,35	22	38	35	48	ПВ	10	132	56
22	0,21	1,43	28	44	38	51	К	5	122	57
23	0,27	1,30	23	39	36	49	ПВ	8	132	58
24	0,24	1,46	29	45	39	52	К	4	122	59
25	0,20	1,50	24	40	37	50	ПВ	9	132	60
26	0,25	1,40	30	41	40	48	К	5	122	51
27	0,22	1,36	25	36	33	46	ПВ	10	132	52
28	0,26	1,35	25	42	38	49	К	4	122	53
29	0,21	1,43	20	37	34	47	ПВ	8	132	54
30	0,27	1,30	26	43	39	50	К	5	122	55

**Порядок выполнения работы.** Построения выполняются на листе чертёжной бумаги формата А1 в масштабе 1:2. Этот масштаб не распространяется на график изменения углов  $\gamma$ , ординаты которого  $y$  следует откладывать в масштабе 1:1.

1. *Построение профиля дна борозды*

Профиль борозды определяется шириной захвата корпуса  $b$  и глубиной пахоты  $a$ . При этом должно выдерживаться условие  $\kappa = b/a = 1,3 \dots 1,5$ , как указано ранее, в противном случае пласт будет иметь неустойчивое положение и может свалиться обратно в борозду.

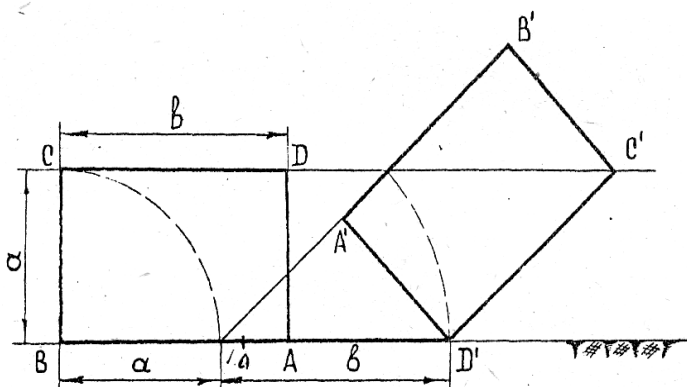


Рисунок 3 – Схема оборота пласта

Наметив линию дна борозды, по ширине захвата корпуса и глубине пахоты вычерчивается пласт  $ABCD$  (рис 3). Отрезаемый пласт лезвием лемеха по линии  $AB$  и полевым обрезом по линии  $CB$  приподнимается, а грудью отвала устанавливается в вертикальное положение, поворачиваясь вокруг ребра  $A$ . Затем крылом отвала пласт поворачивается вокруг ребра  $D$  и укладывается под углом к горизонту (рис 3). Точка  $C'$  располагается на линии поверхности поля. Профиль борозды очерчивается ломаной линией  $CBD'A'$ .

2. *Построение поперечно-вертикальной проекции (лобового контура) отвальной поверхности (рис 4)*

Проекция лезвия лемеха на поперечно-вертикальную плоскость совпадает с линией дна борозды. Конструктивная величина проекции лезвия лемеха

ха равна ширине захвата корпуса  $b$  с учётом необходимого перекрытия корпусов  $\Delta b = 20 + 25$  мм.

В процессе вспашки происходит вспушивание пласта, вследствие чего возможно задирание отваленного пласта бороздным обрезом. Для предотвращения задирания надо обеспечить зазор между верхней гранью отваленного пласта и бороздным обрезом. Для этого строят пунктиром профиль борозды и сечение отваленного пласта увеличенной глубины пахоты

$$a_1 = a + \Delta a, \text{ где } \Delta a = 25 \text{ мм.}$$

На середине верхней грани отваленного пласта глубины  $a_1$  отмечают точку  $d$  и через неё проводят линию бороздного обреза параллельно верхней грани отваленного пласта глубины  $a$ . Линия стыка лемеха с отвалом и правый обрез лемеха вычерчиваются после построения горизонтальной проекции отвала.

Верхний обрез отвальной поверхности у тракторных плугов общего назначения по ГОСТ 65-53 имеет криволинейное очертание.

Высота  $H$  полевого обреза принимается равной ширине пласта  $b$ . Точку  $P$  полевого обреза отклоняют от линии стенки борозды на расстояние  $5 \dots 10$  мм для уменьшения силы трения и износа полевого обреза.

Во избежание пересыпания почвы через верхний обрез отвала, высота расположения наивысшей точки  $q$  верхнего обреза определяется траекторией движения точки  $C$  пласта при его повороте и равна диагонали пласта

$$H_{\max} = \sqrt{b^2 + a^2} \quad (1)$$

Найденные точки  $P$ ,  $q$  и  $d$  соединяют прямыми (рис. 4). К серединам отрезков  $Pq$  и  $qd$  восстанавливают перпендикуляры до пересечения с вертикалью, проходящей через точку  $A$ . Из найденных центров  $O$  и  $O_1$  радиусами  $OP$  и  $O_1d$  очерчиваем верхний обрез.

На полученный лобовой контур отвала наносят проекции горизонтальных образующих, располагая их по высоте через определённые интервалы.

Сначала наносят проекцию образующей с минимальным углом наклона к стенке борозды  $\gamma_{\min}$ . Эту образующую располагают на высоте  $50 - 100$  мм от дна борозды (рис. 4).



Участок, расположенный ниже этой образующей, разбивают на целое число интервалов по 20- 30 мм.

Участок, расположенный выше образующей с минимальным углом наклона к стенке борозды, разбивают по высоте на целое число равных интервалов по 40-50 мм. Дополнительно проводят проекции образующих через характерные точки  $D$  и  $d$ .

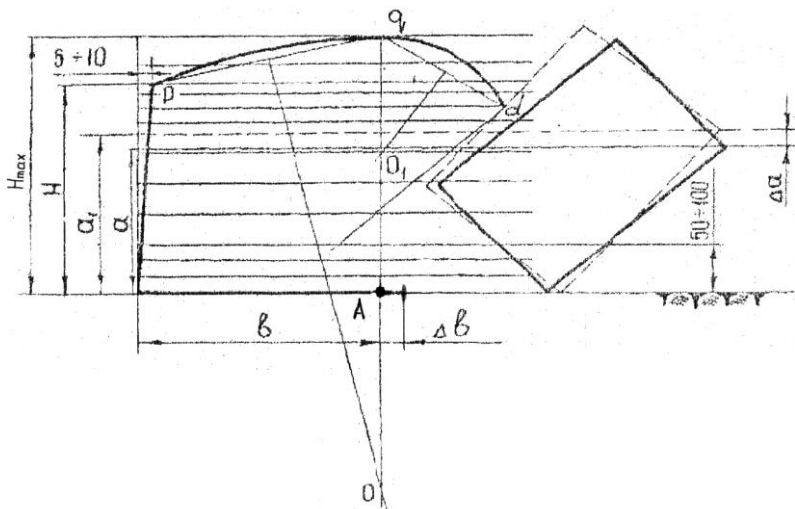


Рисунок 4 – Схема построения лобового контура

### 3. Построение графика изменения углов $\gamma$ .

До высоты 50...100 мм над дном борозды угол  $\gamma$  уменьшается с целью облегчения подъёма пласта на грудь отвала и обеспечения более лёгкого сползания его в сторону борозды. Изменение угла наклона образующих происходит до этой высоты, чаще всего, по прямой. Далее угол наклона образующих изменяется по параболам, вид которых определяется типом отвала.

*а) отвалы культурного типа (рис. 5)*

Изменение угла  $\gamma$  для отвалов культурного типа выражаются параболой вида

$$y_0 = \frac{6,2 \cdot x^2}{x^2 + 100}, \text{ см} \quad (2)$$

Начало координат располагается в точке пересечения линии стенки борозды и образующей с минимальным углом наклона ( $\gamma_{\min}$ ). По оси абсцисс откладывают изменения угла  $\gamma$ , т.е.  $\Delta\gamma_n = \gamma_n - \gamma_{\min}$ . Величина  $\Delta\gamma$  определяется значением функции, взятой в определённом масштабе  $\lambda$ , т.е.  $\Delta\gamma_n = \lambda\gamma_n$ . Другими словами,  $y$  является линейным выражением приращения угла  $\gamma'$ .

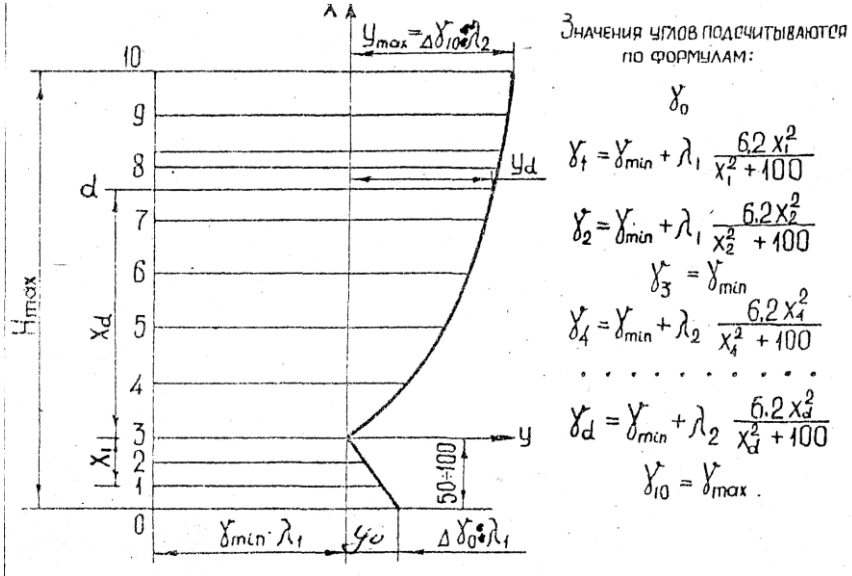


Рисунок 5 - Изменение угла  $\gamma$  для отвала культурного типа

Значения масштабов находят по заданным граничным параметрам:

для нижней ветви  $\lambda_1 = \frac{\gamma_0 - \gamma_{\min}}{y_0}$  градус/см;

для верхней ветви  $\lambda_2 = \frac{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}{y_{\max}}$  градус/см.

Определив величину  $y_0$  для образующей, проходящей по дну борозды, и отложив её по линии дна борозды, соединяют полученную точку с началом координат прямой линией 0-0'. Таким образом, получают нижнюю часть графика.

Для получения верхней части параболы подсчитывают значения  $y$  для наивысшей точки отвала и промежуточных отметок, определённых положе-

нием проекций образующих. Подсчитанные величины  $y$  откладывают от линии стенки борозды на соответствующих образующих 1-1', 2-2' и т.д. Полученные точки плавно соединяют лекальной кривой. Значения углов подсчитываются по формулам представленным на рис. 5.

*б) Отвалы полувинтового типа (рис 6)*

Изменение угла  $\gamma$  для отвалов полувинтового типа выражается параболой, вид которой определён эмпирической формулой

$$y = \frac{X^2}{2p} \quad (3)$$

где  $p$  – параметр параболы. В практике при проектировании полувинтовых отвалов для построения графиков изменения углов  $\gamma$  часто пользуются графическим способом. Этот способ значительно проще расчётного, причём, график изменения углов  $\gamma$ , построенный графическим способом, очень мало отличается от расчётного. При построении графика изменения углов  $\gamma$  графическим способом, прежде всего выбирают удобный масштаб  $\lambda$  для углов  $\gamma$ . Обычно принимают  $\lambda = 1$  градус/см.

Нижнюю часть графика строят как и в случае отвала культурного типа, т.е. определяют величину

$$y_0 = \frac{\gamma_0 - \gamma_{\min}}{\lambda} \quad (4)$$

и откладывают её по дну борозды. Полученную точку соединяют с началом координат графика прямой линией.

Для получения верхней части графика определяют величину

$$y_{\max} = \frac{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}{\lambda}$$

и откладывают её на проекции верхней образующей 10 от стенки борозды (рис.6). Участок от начала координат до верхней образующей разбит на рав-

ные между собой отрезки. Величину  $y_{\max}$  делят на такое же количество равных между собой отрезков. Затем, полученные точки соединяют лучами с началом координат.

Точки пересечения этих лучей и проекций образующих соединяют плавной лекальной кривой. Значения углов подсчитываются по формулам, представленным на рис. 6.

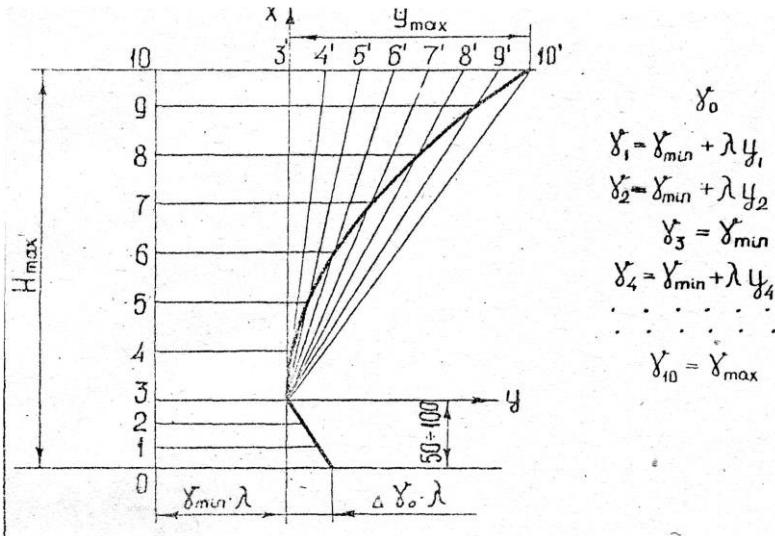


Рисунок 6 – График изменения углов  $\gamma$  для отвалов полувинтового типа

#### 4. Построение направляющей кривой

В качестве направляющей кривой принимается парабола, построенная на дуге окружности радиуса  $R$ . Для того, чтобы пласт мог целиком поместиться на отвале и не пересыпался через его верхний обрез, требуется выбрать радиус больше предельного значения  $R_{\min}$ , определяемого по формуле

$$R_{\min} = \frac{360b}{(90^0 - \varepsilon^0) \cos \gamma_0 \times 2\pi} \quad (5)$$

Направляющую параболу строят слева от лобовой проекции отвальной поверхности (см. образец).

Порядок построения направляющей кривой следующий (рис. 7).

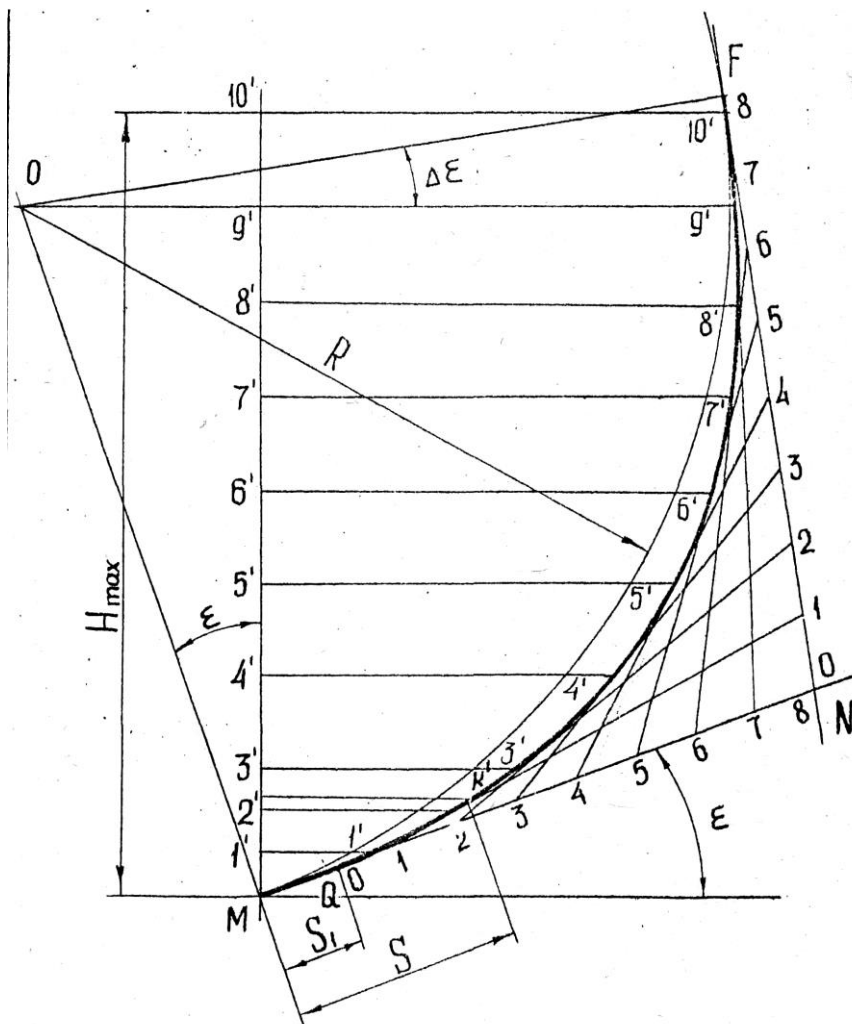


Рисунок 7 – Схема построения направляющей кривой

1) Проводят прямую  $MN$  под углом  $\varepsilon^0$  к линии дна борозды. Центр  $O$  вспомогательной окружности находится на нормали  $MO$  к прямой  $MN$ .

Обычно центр  $O$  берут от дна борозды на расстоянии  $\sqrt{a^2 + b^2} - (40...50)$ мм. Из центра  $O$  проводят горизонтальную линию, параллельную дну борозды, и линию  $OF$  под углом  $\Delta\varepsilon_0$  к этой горизонтали. Угол  $\Delta\varepsilon_0$  увеличивает подгиб крыла отвала, что улучшает его оборачивающую способность.

2) Из центра  $O$  радиусом  $R = OM$  описывают дугу  $MF$  вспомогательной окружности. Через точку  $F$  проводят касательную  $FN$ .

3) От точки  $M$  по касательной  $MN$  откладывают отрезок  $MQ$ , равный ширине плоской части лемеха  $S_l$ .

4) Отрезки касательных  $FN$  и  $QN$  делят на равное число интервалов в количестве 8-12, причем, на каждой касательной интервалы равны между собой. Концы интервалов нумеруют в указанном на рис. 5 порядке. Одноименные концы отрезков соединяют прямыми линиями. Середины сторон полученного многоугольника и точки  $F$  и  $Q$  соединяют лекальной кривой. Данная кривая и будет направляющей параболой.

5) Выбрав ширину лемешной стали  $S$ , раствором циркуля, равным 5см, откладывают величину  $S_{по}$  направляющей кривой от точки  $M$ . Полученная точка  $K'$  показывает место стыка лемеха с отвалом. Через точку  $K'$  проводят горизонтальную линию, параллельную дну борозды. Отрезок  $KK'$  этой линии представляет собой проекцию линии стыка лемеха с отвалом на лобовой проекции отвальной поверхности.

6) Продолжают проекции горизонтальных образующих, нанесенные на лобовой контур отвальной поверхности, до пересечения с направляющей параболой и вертикалью, проведенной через точку  $M$ .

*Построение горизонтальной проекции (контура) отвальной поверхности (рис. 8).*

Для построения горизонтальной проекции необходимо предварительно определить положение в плане каждой образующей, проекции которых нанесены на лобовой контур отвальной поверхности. Начальная образующая проходит по линии лезвия лемеха под углом  $\gamma_0$  к стенке борозды. (рис. 8) Отрезок  $VA'$  представляет собой натуральную величину лезвия лемеха, а отрезок  $A'A'$  - величину удлинения лезвия лемеха для достижения необходимого перекрытия корпусов  $\Delta v$ .

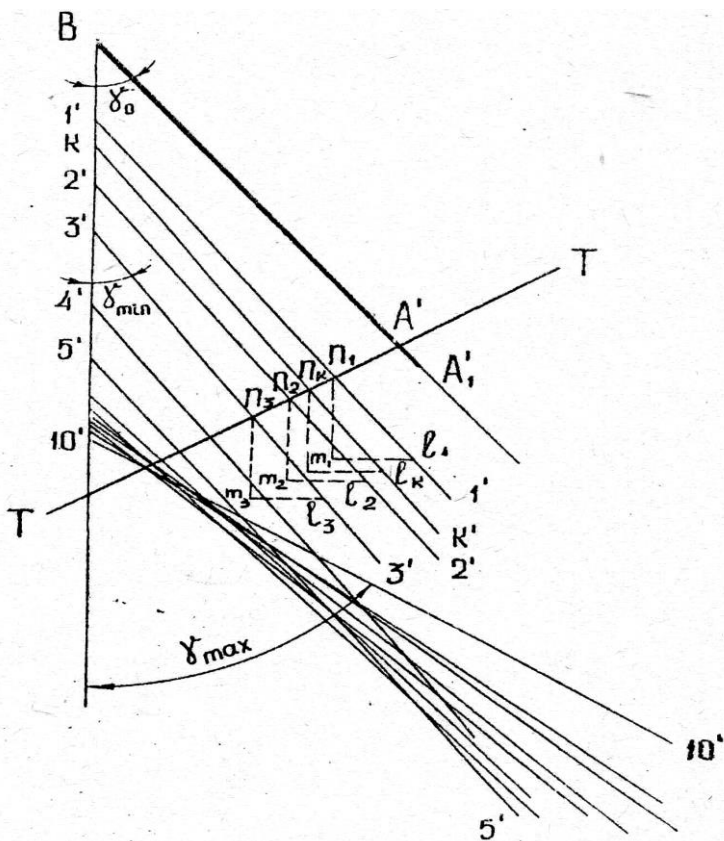


Рисунок 8 - Построение горизонтальной проекции (контура) отвальной поверхности

Образующая 3-3 проходит под углом  $\gamma_{\min}$  Образующая 10 - 10, расположенная на высоте  $H_{\max}$  от дна борозды, проходит под углом  $\gamma_{\max}$ . Все остальные образующие проходят под промежуточными значениями угла  $\gamma$ . Определяют эти промежуточные значения углов  $\gamma$  каждой образующей, а данные подсчета сводят в таблицу. При подсчете значения углов  $\gamma$  для каждой образующей пользуются формулами, приведенными на рис.5 и рис.6. Затем продолжают построения в следующей последовательности.

1) Продолжают вниз линию стенки борозды (рис.8). Из точки  $B$  под углом  $\gamma_0$  проводят линию лезвия лемеха  $BA'$ . В случае отвала культурного типа

через точку, лежащую на расстоянии  $2/3$  длины лезвия от его носка – точки  $B$ , а в случае отвала полувинтового типа через конец лезвия лемеха - точку  $A'$  проводят прямую  $TT$ , перпендикулярную к лезвию лемеха. Эта прямая является следом вертикальной секущей плоскости, в которой лежит направляющая парабола.

2) Линии  $1' - 1', 2' - 2', \dots 10' - 10'$  отмечают положение, соответствующих образующих на направляющей кривой (рис.5). Далее отыскивают положение проекций образующих в плане. Для этого, от точки пересечения лезвия лемеха со. следом  $TT$  откладывают последовательно линии  $1' - 1', 2' - 2', \dots 10' - 10'$  и отмечают точки  $n_1, n_2, \dots n_{10}$  на следе  $TT$ . Через эти точки должны пройти проекции образующих в плане  $1' - 1', 2' - 2', \dots 10' - 10'$ , расположенные под углом  $\gamma_1, \gamma_2, \dots \gamma_{10}$  к линии стенки борозды. Как отмечалось выше, начальная образующая  $BA'$  проходит под углом  $\gamma_0$  к стенке борозды и совпадает с линией лезвия лемеха. Проекция всех других образующих требуется построить.

3) Для построения проекций образующих в плане нельзя воспользоваться транспортиром, так как углы  $\gamma$  двух соседних образующих отличаются друг от друга в доли градуса. Поэтому пользуются графическим методом тангенсов, для чего из точек  $n_1, n_2, \dots n_{10}$  проводят вспомогательные прямые  $n_1m_1 = n_2m_2 = \dots = n_{10}m_{10} = 100$  мм, параллельные стенке борозды. Потом, перпендикулярно к стенке борозды из концов 100 миллиметровых отрезков проводят линии  $m_1l_1, m_2l_2, \dots m_{10}l_{10}$ . Длина этих линий соответственно определяется по соотношению

$$m_1l_1 = 100tg\gamma_1, m_2l_2 = 100tg\gamma_2, \dots m_{10}l_{10} = 100tg\gamma_{10}$$

Величина отрезков после подсчета записывается в таблицу.

4) Полученные точки  $l_1, l_2, \dots l_{10}$  также как и точки  $n_1, n_2, \dots n_{10}$  будут принадлежать горизонтальным проекциям образующих. Через точки  $l_1, l_2, \dots l_{10}$  и соответственно точки  $n_1, n_2, \dots n_{10}$  проводят линии проекций образующих в плане.

5) Горизонтальную проекцию (контур) отвала получают простым переносом с лобовой проекции в план точек пересечения контурных линий с образующими (рис.9).

6) Невидимый участок бороздного обреза выполняется пунктирной линией. Затылочную часть отвала, выполняют контурной линией, которую проводят по наружным участкам образующих между точками их пересечения.



*6 Построение продольно-вертикальной проекции (контура) отвала (рис. 9)*

1) За основание продольно-вертикальной проекции принимает линию стенки борозды в плане. Параллельно этой линии наносят проекции образующих, которые представляются прямыми  $1''-1'', 2''-2'', \dots, 10''-10''$ . Проекции образующих на продольно-вертикальной плоскости располагаются на тех же высотах, что и проекции 1-1, 2-2, ... 10-10 на лобовом контуре.

2) Нижний' обрез отвала представляет, собой проекцию лезвия лемеха, которая ограничивается прямой  $BA''$ , проведенной вдоль линий стенки борозды в плане.

3) Полевой обрез строится по точкам  $1'', 2'', \dots, q''$ . Эти точки получают в местах пересечения соответствующих образующих с перпендикулярами к линии стенки борозды в плане, опущенными из точек  $1', 2', \dots, q'$  полевого обреза: Например, перпендикуляр  $3'-3''$  проведенный через точку полевого обреза  $3'$  в плане, отмечает на образующей  $3''-3''$  на продольно-вертикальной плоскости точку  $3''$  и т.д..

4) Бороздной и верхний обреза получают также переносом контурных точек из плана на соответствующие образующие на продольно-вертикальной плоскости. Например, точка  $3'$  бороздного обреза в плане проецируется в точку  $3''$  на бороздном обреза на продольно-вертикальной плоскости. После переноса всех контурных точек, по лекалу обводят продольно-вертикальный контур отвала.

*7. Построение сечений отвала продольно и поперечно-вертикальными плоскостями*

Сечения отвала продольно и поперечно-вертикальными плоскостями дают возможность судить о степени развития углов  $\alpha^0$  (в продольно-вертикальных плоскостях) и  $\beta_0$  (в поперечно-вертикальных плоскостях), т.е. судить о крошащей и оборачивающей способностях отвала. (рис.9).

1) В плане проводят прямые  $a_1a_1, a_2a_2$  и т.д. параллельно линии стенки борозды через равные интервалы. Эти прямые в количестве 4-5 штук представляют собой следы продольно-вертикальных секущих плоскостей.

На продольно-вертикальной проекции по точкам пересечения горизонталей  $a_1a_1, a_2a_2$  и т. д. с образующими и контуром отвала в плане строят сечения  $a_1'a_1', a_2'a_2'$  и т.д. Например, горизонталь  $a_1a_1$  в плане пересекает обра-

зующую  $3'-3'$  в точке. Проектируя эту точку на продольно-вертикальную плоскость, отмечают точку  $t'$  на проекции той же образующей  $3''-3''$  в вертикальной плоскости. Последовательным переносом точек пересечения прямой  $a_1a_1c$  образующими и контуром отвала в плане получают на образующих на продольно-вертикальной проекции ряд точек  $a_1', S', t' \dots$ . Соединяя эти точки плавной кривой получают сечение отвала продольно-вертикальной плоскостью, отмеченной в плане следом  $a_1a_1$ . Аналогичным способом строят и все другие сечения отвала продольно-вертикальными плоскостями.

2) В плане, перпендикулярно к линии борозды, проводят прямые  $v_1v_1$ ,  $v_2v_2$  и т.д. на равном расстоянии друг от друга. Эти прямые в количестве 5-6 штук представляет собой следы поперечно-вертикальных секущих плоскостей. На лобовой проекции нужно найти сечения отвала этими плоскостями. Сечения строят переносом с плана на лобовую проекцию отвала точек пересечения прямых  $v_1v_1$ ,  $v_2v_2$  и т.д. с образующими и контуром отвала в плане.

#### 8. Построение шаблонов.

Шаблоны являются инструментами, с помощью которых контролируют точность изготовления отвала. Шаблоны вырезаются по кривым, полученным в результате сечения отвала вертикальными плоскостями, перпендикулярными к лезвию лемеха. Кривые шаблонов строят отдельно, вынося их за пределы чертежа отвала.

На горизонтальной проекции отвала перпендикулярно к лезвию лемеха проводят ряд прямых  $U_1, U_2, U_3$  и т.д. на одинаковом расстоянии друг от друга (рис.10). Эти прямые в количестве 3-5 штук отмечают горизонтальные следы секущих плоскостей, в которых расположены кривые шаблонов. Чтобы видеть -эти кривые в неискаженном виде, необходимо секущие плоскости  $U_1, U_2, U_3$  и т.д. совместить с плоскостью чертежа. (Подобная операция была осуществлена с плоскостью  $T T$  в которой лежит направляющая парабола, другими словами, направляющую параболу можно рассматривать как один из шаблонов).

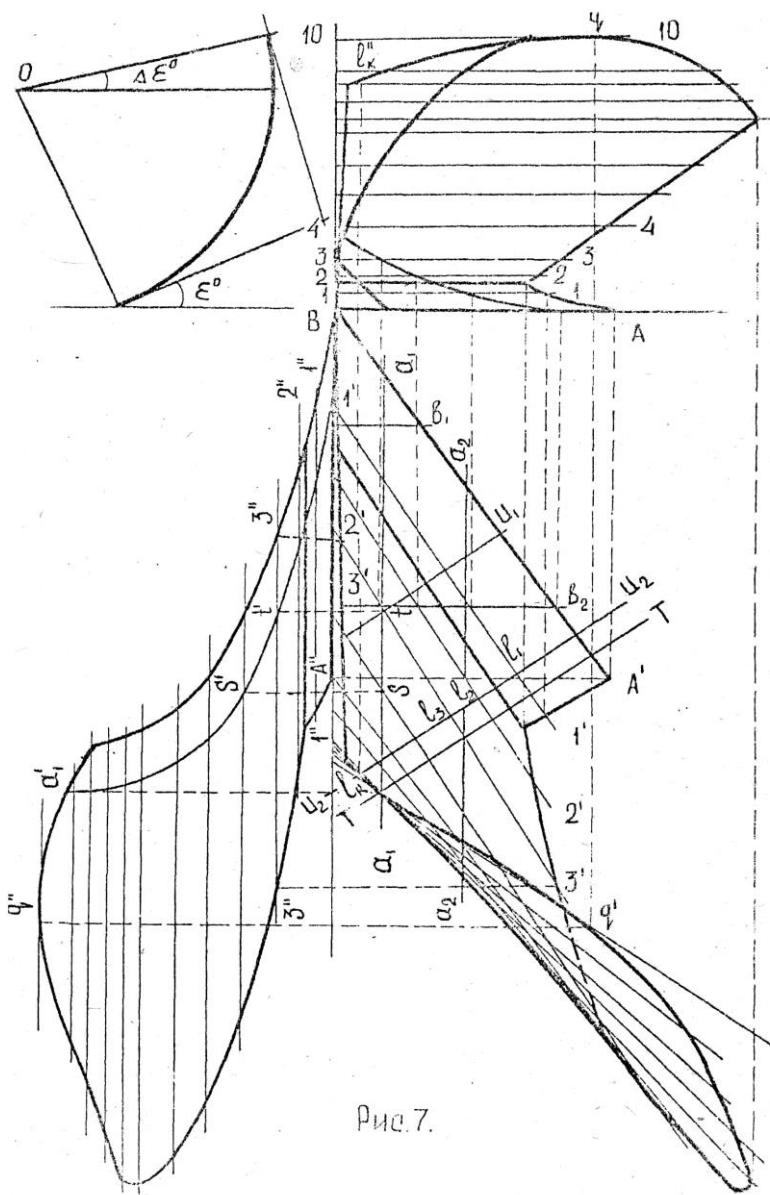


Рисунок 9 – Построение продольно-вертикальной проекции (контура отвала), а также сечений продольно и поперечно-вертикальными плоскостями.

Выбрав на листе свободное место, проводят горизонтальную линию  $OO$ , отмечающую линию дна борозды (рис.10). Затем к линии  $OO$  восстанавливают перпендикуляры  $U_1/Z_1$ ,  $U_2/Z_2$  и т.п., располагая их на произвольном, но равном, расстоянии друг от друга. Далее, параллельно линии  $OO$  проводят горизонтали, представляющие собой следы плоскостей, в которых лежат образующие 1,2...10. Эти горизонтали располагают по высоте с теми же интервалами, какие приняты для образующих на лобовом контуре отвала.

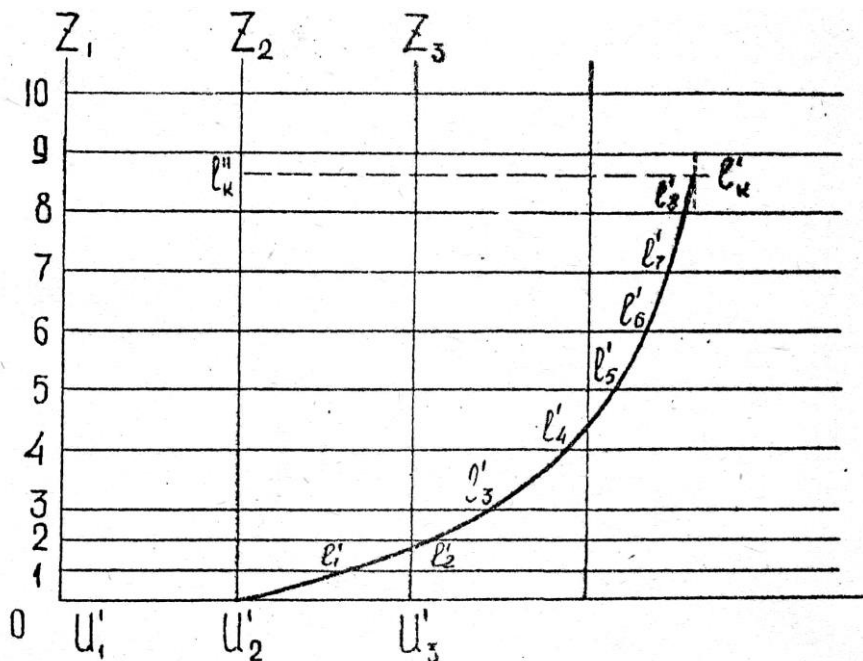


Рисунок 10 – Построение шаблонов

Кривые шаблонов строят по точкам, в которых секущие плоскости  $U_1, U_2, U_3$  и т.д. пересекаются с образующими и контуром отвала в плане.

Приём построения проследим на примере сечения отвала плоскостью  $U_2$ .

а) Точку  $U_2$ , в которой плоскость  $U_2$  пересекает лезвие лемеха, сносят на нулевую образующую  $OO$  в точке  $U'_2$ .

б) В плане отмечают точки  $l_1, l_2$  и т.д., где горизонтальный след плоскости  $U_2$  пересекает образующие 1,2,3 и т.д. Отрезки  $U_2l_1, U_2l_2, U_2l_3$  и т.д. яв-

ляются горизонтальными координатами точек  $l_1, l_2 \dots$  и т.д. относительно вертикальной оси, проходящей через точку  $U_2$  на линии  $BA'_1$  лезвия лемеха.

в) Точки  $l_1, l_2, l_3$  и т.д. плана переносят на дополнительную проекцию, для чего на 1-ой образующей от оси  $U_2/Z_2$  откладывают отрезок, равный отрезку  $U_2l_1$  в плане. На 2-ой образующей также от оси  $U_2/Z_2$  откладывают отрезок, равный отрезку  $U_2l_2$  в плане и т.д.

Точку  $l'_k$ , которая в плане представлена точкой  $l_k$  пересечения горизонтального следа плоскости  $U_2$  с верхним обрезом, получают так. Спроектировав точку  $l_k$  с плана на лобовую проекцию в точку  $l'l$ , находят расстояние от дна борозды до этой точки. Это расстояние на дополнительной проекции откладывают от линии  $00$  дна борозды по оси  $U_2/Z_2$ . Из конца отрезка  $U_2l'_k$  восстанавливают перпендикуляр (рис. 10). Замерив величину отрезка  $U_2l_k$  на проекции в плане, откладывают эту величину по перпендикуляру на дополнительной проекции от точки  $l'_k$ . Отрезок  $U_2l_k$  отсечёт на перпендикуляре точку  $l'$ , которая является концом шаблона, расположенного в плоскости.

## Содержание отчёта

Отчёт должен включать:

- название и цель работы;
- исходные данные варианта;
- все предусмотренные работой расчёты и построения;
- вырезанный из картона по рассчитанным размерам и склеенный пространственный макет лемешно-отвальной поверхности.

### Задача № 1

Определите коэффициент скольжения при подрезании пласта почвы лезвием лемеха корпуса плуга с культурной поверхностью отвала при угле трения почвы о лемех  $\varphi = 30^\circ$ .

### Задача № 2

Определите, будет ли связная почва, движущаяся по рабочей поверхности, налипать на неё, если удельная касательная сила прилипания при отсутствии нормального давления  $P_0 = 30$  Па, удельная касательная сила прилипания, вызываемая нормальным давлением  $P = 0,3$  м<sup>-2</sup>, площадь контакта  $S = 0,2$  м<sup>2</sup>, сила нормального давления  $N = 1,5$  кН, коэффициент трения почвы о сталь  $f = 0,84$ , угол внутреннего трения почвы  $\varphi = 27^\circ$ , коэффициент сцепления почвенных агрегатов  $C_0 = 0,7$  Н/см, нормальное давление  $P = 1$  кПа.

## Контрольные вопросы

1. Какиерабочие углы характеризуют лемешно-отвальную поверхность?
2. Какие функциональные свойства придают лемешно-отвальной поверхности каждый из характеризующих её узлов?
3. Закономерность изменения какого угла определяет тип отвала?
4. На какие типы делятся отвалы с горизонтальной образующей?
5. При каком соотношении ширины захвата и глубины вспашки отвальный пласт занимает устойчивое положение?
6. В каких пределах принимается угол сектора увеличения дуги направляющей кривой,  $\Delta \varepsilon$ , град для культурных поверхностей?
7. В каких пределах принимается угол сектора увеличения дуги направляющей кривой,  $\Delta \varepsilon$ , град для полувинтовых поверхностей?
8. Что необходимо обеспечить в конструкции отвала для предотвращения задиранья пласта?
9. Из какого условия принимается высота  $H$  полевого обреза?

## Список литературы

1. Кленин Н.И., Киселев С.Н. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. М.: КолосС, 2008.
2. Гаврилов К.Л. Тракторы и сельскохозяйственные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт: учеб. пособие. Пермь: Звезда, 2010.
3. Халанский В.М., Горбачёв И.В. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. СПб.: ООО Квадро, 2014.
4. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов. СПб.: Проспект Науки, 2011.
5. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник задач и тестов: учебное пособие. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. 100 с.
6. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник лекций по дисциплине: методическое пособие. Ч. 1. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 145 с.

Вариант \_\_\_\_\_

Работу выполнил:  
студент группы \_\_\_\_\_

---

Работу принял:

Дата \_\_\_\_\_

Учебное издание

Владимир Васильевич Кузнецов

**Проектирование лемешно-отвальной поверхности  
корпуса плуга**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
И РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 26.03.2018 г. Формат 60x84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 1,39. Тираж 25 экз. Изд. № 5611.

---

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