

2.1 Проектирование рабочей поверхности корпуса плуга.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Ознакомиться с методикой проектирования лемешно-отвальной поверхности корпусов плуга культурного и полувинтового типов с аналитическим расчетом основных их параметров.

ОБОРУДОВАНИЕ. Графическая часть работы выполняется на миллиметровой или чертежной бумаге формата А1 в масштабе 1:2, а расчеты в рабочей тетради. Калькулятор, чертежные принадлежности.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Рабочая поверхность корпуса разделяется на две части: лемех и отвал (рисунок 1).

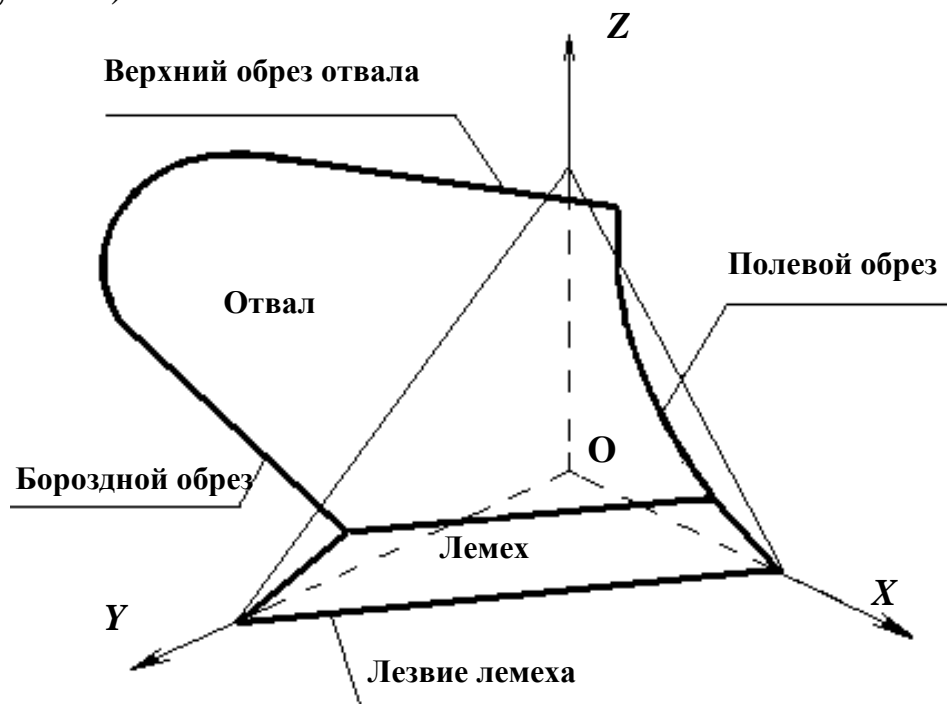


Рисунок 1. Рабочая поверхность корпуса плуга

Лемеха бывают трапециидальные и долотообразные. Лемех подрезает пласт на глубине пахоты в горизонтальной плоскости и передает его

на отвал. Отвал в зависимости от типа (культурный или полувинтовой) крошит или оборачивает пласт почвы.

Рабочую поверхность корпуса плуга согласно теории академика В.П. Горячкина можно рассматривать как развитие трехгранного клина $OABC$ (рисунок 2), у которого одной гранью OBC является дно борозды, второй гранью OAB является стенка борозды, а третьей гранью ABC является плоскость клина, наклоненная к стенке борозды на угол α . Угол α способствует подъему пласта. Угол γ_0 – это угол сдвига пласта в сторону от стенки борозды и угол β – угол оборота пласта отвалом.

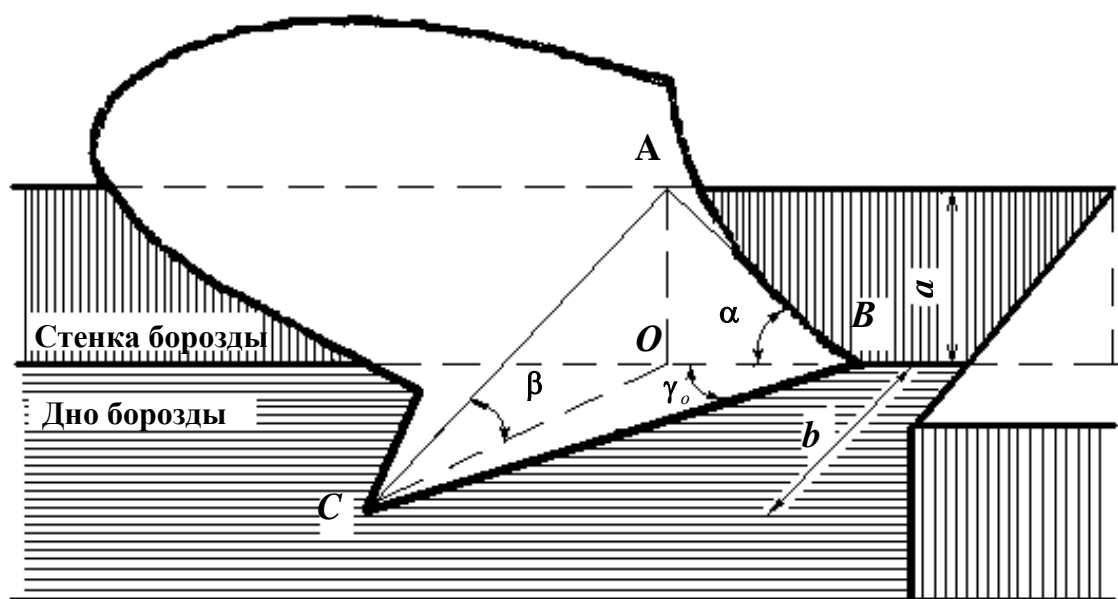


Рисунок 2. Развитие трехгранного клина в рабочую поверхность корпуса

В зависимости от типа отвала эти три угла в своем развитии имеют различные значения и влияют на характер подъема, крошения и оборота пласта.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

В процессе выполнения расчетно-графической работы необходимо: построить профиль борозды, лобовой контур лемеха и отвала, горизонтальную проекцию лемеха и отвала, кривые шаблонов, график изменения углов образующих со стенкой борозды и кривую полевого обреза корпуса.

Все графические построения должны сопровождаться аналитическими расчетами.

Таблица 1 Исходные данные

№ вар.	Тип отвала	a , см	b , см	γ_0 , град	γ_{\min} , град	γ_{\max} , град	ε , град	$\Delta\varepsilon$, град	$B_{\text{л}}$, мм	S , мм
1	К	26	35	40	39	47	25	5	112	70
2	П	25	35	35	33	48	20	8	110	60
3	К	26	35	41	38	47	26	5	111	65
4	П	27	36	36	34	48	21	9	113	64
5	К	25	36	42	40	48	27	6	112	55
6	П	23	32	37	33	48	22	10	110	60
7	К	24	36	43	41	49	28	5	130	56
8	П	22	32	38	35	50	23	10	120	50
9	К	22	30	44	42	50	29	6	122	54
10	П	22	33	35	33	46	20	10	105	60
11	К	23	33	40	38	47	30	7	112	62
12	П	24	32	36	32	49	22	12	125	64
13	К	25	35	45	42	52	26	6	123	67
14	П	26	36	38	36	50	23	10	121	65
15	К	22	34	41	39	47	28	5	112	60
16	П	23	35	37	34	51	23	10	112	70
Продолжение таблицы 1										
№ вар.	Тип отвала	a , см	b , см	γ_0 , град	γ_{\min} , град	γ_{\max} , град	ε , град	$\Delta\varepsilon$, град	$B_{\text{л}}$, мм	S , мм
17	К	21	32	43	41	50	26	7	110	55
18	П	24	33	38	35	52	22	11	134	63
19	К	23	34	42	39	47	28	6	113	70

20	П	24	35	36	33	49	25	10	120	68
21	К	23	35	44	41	50	27	6	113	63
22	П	21	30	35	31	48	24	10	130	62
23	К	22	31	45	42	51	30	8	115	60
24	П	24	34	37	35	52	22	12	118	58
25	К	23	35	43	40	49	28	7	110	57

В таблице 1 заданы: a – глубина пахоты, см; b – рабочая ширина захвата корпуса, см; γ_0 – угол между лезвием лемеха и стенкой борозды, град; γ_{\min} – угол между образующей 0–0 (примерно на стыке лемеха с отвалом) и стенкой борозды, град; γ_{\max} – угол между самой верхней образующей, проходящей через верхнюю точку K_1 отвала, и стенкой борозды, град; ε – угол постановки лемеха к дну борозды, град; $\Delta\varepsilon$ – приращение этого угла, град; $B_{\text{л}}$ – ширина лемеха, мм; S – прямолинейный участок лемеха, мм.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 ПОСТРОЕНИЕ ПРОФИЛЯ БОРОЗДЫ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ (ЛОБОВОГО КОНТУРА) КОРПУСА ПЛУГА

1.1 Располагаем лист миллиметровой бумаги формата А1 вертикально большей стороной. Отступаем справа от обреза листа 20 мм и проводим вдоль всего листа вертикальную линию $Z - Z'$. Эта линия стенки борозды. На этой линии, отступая от верхнего обреза листа 250 мм наносим точку B и через нее проводим горизонтальную линию влево $\perp (Z - Z'$

1.2 Точка B является носком лемеха. От точки B вверх по оси Z откладываем заданную глубину пахоты – a , а по горизонтали влево от точки B откладываем заданную ширину захвата – b . Прямоугольник $ABCD$ представляет собой сечение пласта почвы, где $AB = a$ – глубина пахоты, а $BC = b$ – ширина захвата корпуса.

1.3 Предполагая, что пласт не разрушается, рассмотрим последовательно его перемещение вначале относительно точки C до его вертикального положения $CB_1A_1D_1$, а затем повернем пласт относительно точки D_1 до устойчивого положения при котором точка A_2 ляжет на пересе-

чение с поверхностью поля, положение $D_1A_2B_2C_1$. Полученный контур $ABD_1C_1B_2$ представляет собой поперечный профиль борозды, а контур $D_1A_2B_2C_1D_1$ поперечное сечение отваленного пласта.

1.4 Построив профиль борозды, приступаем к построению лобового контура корпуса плуга. Линия лезвия лемеха в этом случае совпадает с линией дна борозды. Конструктивная ширина захвата корпуса – b_k – с учетом необходимого перекрытия корпусов принимается равной $b_k = b + \Delta b$, где b – заданная величина, а Δb принимается равной 2,5 см. На лобовом контуре линию лезвия BC_o обводим контурной линией.

1.5 Для того, чтобы получить точку K и провести линию BK полевого обреза откладываем на вертикальной оси BZ величину H , равную b (ширина захвата корпуса), и смещаем ее по горизонтали на 1 см от стенки борозды. Это предохраняет стенку борозды от задиранья полевым обрезом, облегчает постановку на раме плуга предплужника и дискового ножа. Линию BK обводим контурной линией. Прямая линия BK есть проекция полевого обреза корпуса в вертикальной плоскости, то есть на лобовом контуре.

1.6 Построение верхнего обреза отвала начинается с того, что из точки C лезвия лемеха проводят дугу окружности радиусом $\sqrt{a^2 + b^2}$ (или равном диагонали пласта) и на перпендикуляре, восстановленном в точке C отмечают его точку пересечения с дугой окружности. Это самая верхняя точка пересечения отвала – K_1 . Из точки K к этой дуге окружности проводят касательную.

1.7 Для построения левой части верхнего обреза отвала находим положение точки E . Она расположена на расстоянии $0,5b$ от точки B_2 и на

20 мм правее ребра C_1B_2 отваленного пласта. Это делается для исключения задирання отваленного пласта. Точки K_1 и E соединяют плавной кривой по лекалу. Таким образом, линия KK_1E будет являться верхним обреза отвала. Далее намечается линия EN бороздowego обреза отвала параллельно ребру C_1B_2 . Бороздовой обреза лемеха достраивается после построения горизонтальной проекции лемеха.

2 ПОСТРОЕНИЕ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ КРИВОЙ

Рабочие поверхности культурного и полувинтового отвалов образуются путем перемещения горизонтальной образующей параллельной плоскости дна борозды (UOX) по направляющей кривой M_0M , расположенной в плоскости перпендикулярной дну борозды (UOX) и лезвию лемеха M_0B с заданной закономерностью изменения угла γ между этой образующей и стенкой борозды (ZOX) (рисунок 4). Для того, чтобы использовать проекционную связь при построении вертикальной проекции корпуса и направляющей кривой расположим последнюю слева от лобового контура, так, чтобы его начало (точка M_0) располагалась на линии дна борозды, предварительно стерев с листа все дополнительные построения кроме лобовой проекции корпуса.

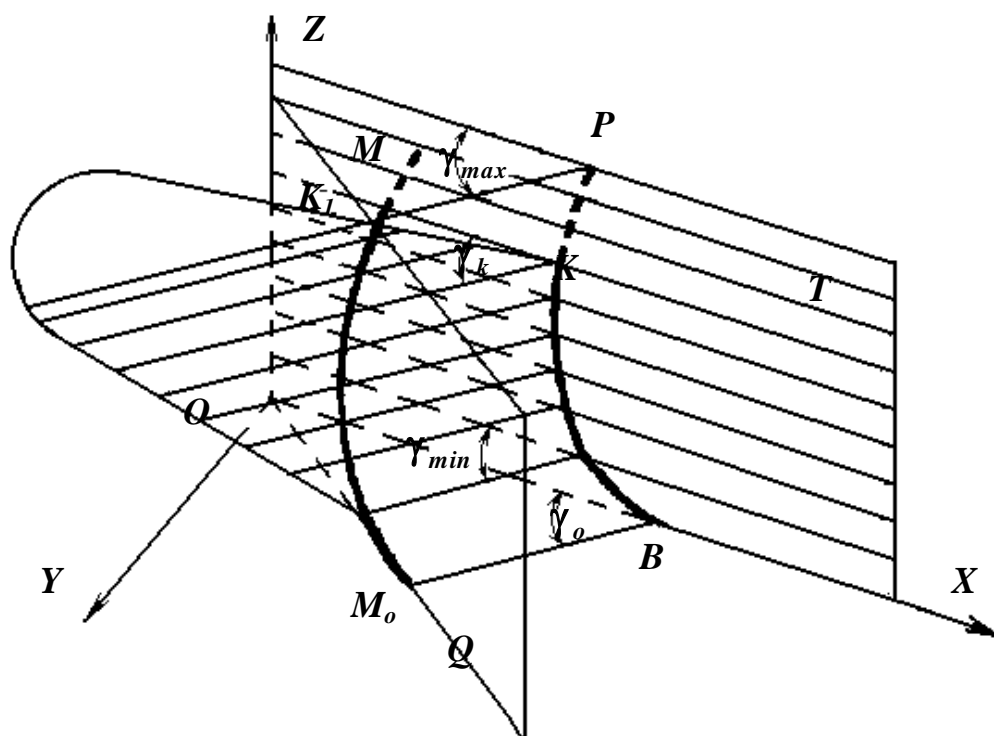


Рисунок 4. Характер образования рабочей поверхности корпуса

Построение направляющей кривой производится в следующей последовательности:

2.1 Определяем радиус окружности, на которой строится направляющая кривая (парабола), по формуле

$$R = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{\cos \varepsilon + \sin \Delta \varepsilon}, \quad (1)$$

где a и b – глубина обработки и ширина захвата корпуса, см;

ε и $\Delta \varepsilon$ – угол постановки лемеха к дну борозды и его приращение, град.

2.2 Определяем высоту расположения центра окружности, на дуге которой строится направляющая кривая (парабола) над линией дна борозды

$$h = R \cos \varepsilon. \quad (2)$$

2.3 На высоте h над линией дна борозды проводим тонкую горизонтальную линию и на ней выбираем точку O' , из которой проводим дугу окружности таким образом, чтобы за ней осталось место для построения многогранника.

2.4 Снизу эта дуга окружности ограничивается точкой ее пересечения с линией дна борозды (точке M_0), а сверху, линией параллельной линии дна борозды и проходящей через верхнюю точку лобовой проекции отвала – K_1 .

2.5 Для построения направляющей кривой (параболы) используем графический метод построения. Для этого из точек ограничивающих дугу окружности (M_0 и K_1) проводим линии перпендикулярные к радиусам в этих точках. Обозначим точку их пересечения – m .

2.6 На касательной $M_0 m$ откладываем заданное значение S (прямолинейный участок лемеха). Обозначим конец точкой t . Далее отрезки tm и $K_1 m$ разбиваем на одинаковое количество частей (не менее 12) и нумеруем их, принимая за 0 точку t на касательной $M_0 m$ и точку m на касательной $K_1 m$. Одноименные точки соединяем прямыми линиями. В полученный многоугольник вписываем параболу.

2.7 На полученной параболе от точки M_0 откладываем ширину лемеха $M_0 n = B_{\text{л}}$ (где $B_{\text{л}}$ – заданная ширина лемеха). Точка n эта точка сопряжения лемеха и отвала на направляющей кривой. Проводим из точки n линию параллельную дну борозды. Отрезок этой линии заключенный

между бороздовым обрезом отвала (линией EN) и полевым обрезом (линии BK) является линией стыка отвала и лемеха на лобовом контуре корпуса плуга.

2.8 Для проверки правильности построения достаточно восстановить перпендикуляр к линии дна борозды в точке M_0 и сравнить фактические значения ε с заданным и полученное значение вылета L с расчетным, определенным по выражению

$$L = R (1 - \sin \varepsilon). \quad (3)$$

3 ПОСТРОЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ КОРПУСА

Прежде чем приступить к построению горизонтальной проекции корпуса необходимо расечь его горизонтальными плоскостями параллельными плоскости дна борозды. На вертикальной проекции (лобовом контуре) эти плоскости будут выглядеть в виде прямых горизонтальных линий параллельных линии дна борозды. Далее необходимо вычислить промежуточные значения углов γ между образующими, лежащими в этих сечениях и плоскостью стенки борозды.

3.1 Построение секущих плоскостей

На оси Z' на расстоянии 7,5 см (не забывать про масштаб) от линии дна борозды наносим начало координат точку 0 и из нее влево проводим линию параллельную линии дна борозды и обозначаем ее OY . От оси OY вниз через 2,5 см проводим три линии параллельные OY и обозначаем их $1'-1'$; $2'-2'$; $3'-3'$. Последняя линия совпадает с линией дна борозды. От оси OY вверх через каждые 5 см аналогично проводим $1-1$; $2-2$; $3-3$; $4-4$;

5–5; 6–6, а также через точку K и самую верхнюю точку K_1 . Эти линии должны пересекать и направляющую кривую. Аналогичные обозначения должны иметь и отрезки этих прямых, лежащие между направляющей кривой и перпендикуляром к линии дна борозды в точке M_0 .

3.2 Вычисление промежуточных значений углов γ образующих со стенкой борозды. Углы γ для отвалов культурного и полувинтового типа изменяются в пределах от γ_0 до γ_{\min} и от γ_{\min} до γ_{\max} , но характер изменения этих углов не одинаков.

Изменение углов γ образующих со стенкой борозды (для отвалов культурного типа) происходит по параболе, уравнение которой имеет вид

$$y = \frac{6,2x}{x^2 + 100}, \quad (4)$$

где x – расстояние от начала координат 0 вниз или вверх до линии соответствующего сечения, см;

y – соответствующие x ординаты, см.

Задавая значениями x , получаем величину y , см, (рисунок 5).

Расчет проводим отдельно для нижней и верхней ветви параболы. Выражение (4) непосредственно не дает текущих значений y в градусах. Но поскольку конечные значения углов заданы для обеих ветвей параболы и известны расстояния по высоте, на которой происходит их изменение, то можно определить масштаб и по нему рассчитать промежуточные значения углов γ .

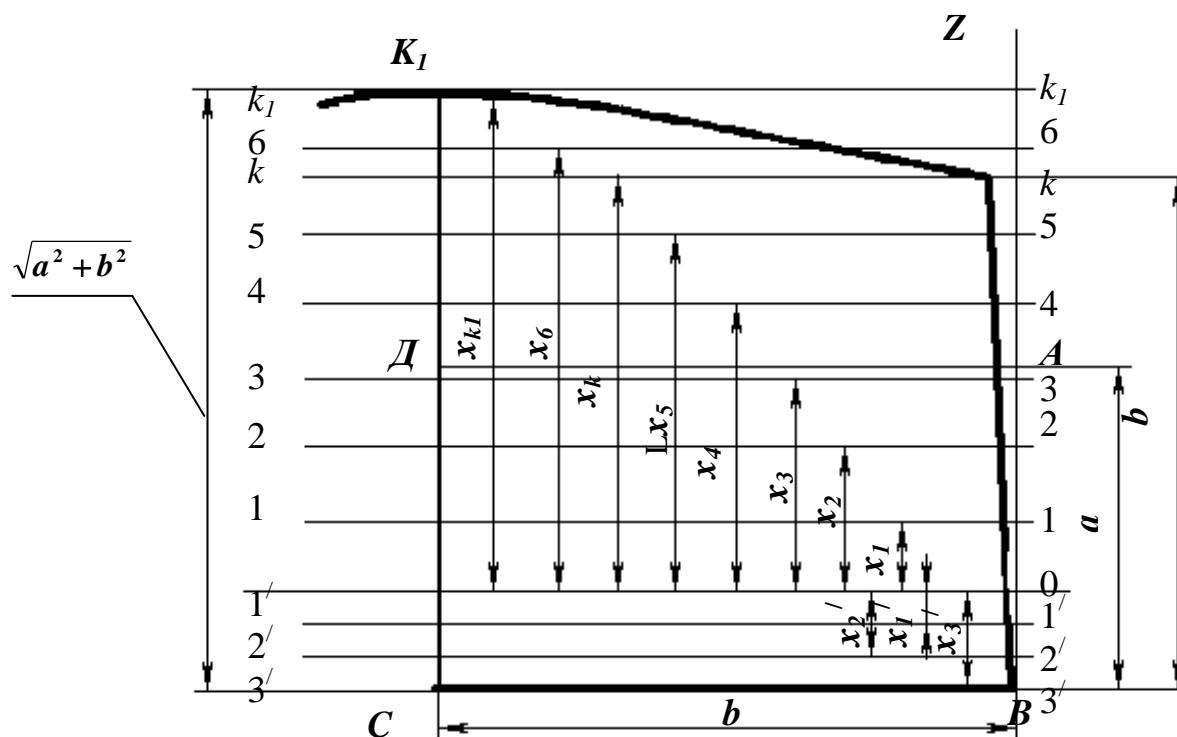


Рисунок 5. Значения x при вычислении промежуточных углов γ

Для нижней ветви параболы изменение угла γ происходит в пределах от γ_0 до γ_{\min} , то есть $\Delta\gamma = \gamma_0 - \gamma_{\min}$, а изменение при этом ординат y — измеряемых в сантиметрах, определяется как разность $y_{3'} - y_{\min}$, но так как $y_{\min} = 0$, то $\Delta y = y_{3'}$. Тогда масштаб для нижней ветви параболы определится как

$$\mu_{н.в} = \frac{\Delta\gamma}{y_{3'}}, \left[\frac{\text{град}}{\text{см}} \right] \quad (5)$$

Промежуточные значения углов γ определяются следующим образом

(6)

$$\Delta y =$$

Тогда масштаб для нижней ветви параболы определится как

(7)

Промежуточные значения углов γ определяются так

(8)

Результаты вычислений заносятся в таблицу 2

Таблица 2

Образующая	x, см	y, см	γ	tg γ	100 tg γ	Образующая	x, см	y, см	γ	tg γ	100 tg γ
0 – 0	0	0	$\gamma_{\min} =$			0' – 0'	0	0	$\gamma_{\min} =$		
1 – 1	5					1' – 1'	–2,5				
2 – 2	10					2' – 2'	–5				
3 – 3	15					3' – 3'	–7,5		$\gamma_0 =$		
4 – 4	20										
5 – 5	25										
K – K											
6 – 6	30										
K ₁ – K ₁			$\gamma_{\max} =$								

Расстояние от оси Y до точки K и K_1 измеряется и умножается на масштаб для перехода к реальным размерам и после этого подставляется в таблицу 2.

Для отвалов полувинтового типа изменение углов γ образующих со стенкой борозды происходит по параболе, уравнение которой имеет вид

$$y = \frac{x^2}{2R}, \quad (9)$$

где y – соответствующие x ординаты, см;

x – расстояние от начала координат 0 вниз или вверх до очередной образующей, см;

$2P$ – параметр, который определяется в зависимости от выбираемого масштаба.

Если известны величины конечных значений x и y параметр $2P$ может быть найден из выражения (9)

$$2P = \frac{x^2}{y}, \quad (10)$$

Для нижней ветви параболы изменение угла γ происходит в пределах от γ_0 до γ_{\min} , то есть $\Delta\gamma = \gamma_0 - \gamma_{\min}$, а изменение при этом ординат y – измеряемых в сантиметрах определяется как разность $y_{3'} - y_{\min}$, но так как $y_{\min} = 0$, то $\Delta y = y_{3'}$.

Масштаб изменения угла γ по ординате Y в этом случае определяется как

$$\mu_{н.в.} = \frac{\Delta\gamma}{\Delta y}$$

Примем его равным 1. В этом случае

$$\frac{\Delta\gamma}{\Delta y} = 1 \quad \Delta y = \Delta\gamma, \quad y_{3'} = \gamma_0 - \gamma_{\min}.$$

Подставляя значение $x_{3'}$ и $y_{3'}$ в выражение (10), определяем параметр $2P_{н.в.}$.

$$2P_{н.в.} = \frac{x_{3'}^2}{\gamma_0 - \gamma_{\min}}.$$

Подставляя в формулу (9) значение $x_{1'}$, $x_{2'}$, $x_{3'}$ и значение $2P$ найденное из выражения (10), получим соответственно $y_{1'}$, $y_{2'}$, $y_{3'}$. Промежуточные значения углов γ для нижней ветви параболы определим по выражениям

$$\left. \begin{aligned} \gamma_1 &= \gamma_{\min} + \mu_{н.в.} y_{1'}; \\ \gamma_2 &= \gamma_{\min} + \mu_{н.в.} y_{2'}; \\ \gamma_3 &= \gamma_{\min} + \mu_{н.в.} y_{3'} = \gamma_0. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Для верхней ветви параболы $\Delta\gamma = \gamma_{\max} - \gamma_{\min}$ и $\Delta y = y_{k_1}$, что по аналогии приводит к выражению

$$2P_{в.в.} = \frac{x_{k_1}^2}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}. \quad (12)$$

Определив параметр $2P_{\kappa, \kappa}$ из выражения (12) и подставляя в формулу (9) значения $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{\kappa_1}$, получим соответствующих величин $y_1, y_2, y_3, \dots, y_{\kappa_1}$.

Промежуточные значения углов γ для верхней ветви параболы определяем так

$$\left. \begin{aligned} \gamma_1 &= \gamma_{\min} + \mu_{e.e.} y_1 ; \\ \gamma_2 &= \gamma_{\min} + \mu_{e.e.} y_2 ; \\ \gamma_3 &= \gamma_{\min} + \mu_{e.e.} y_3 ; \\ . &. \\ . &. \\ \gamma_{k_l} &= \gamma_{\min} + \mu_{e.e.} y_{k_l} = \gamma_{\max}. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

В выражениях (11) и (13) $\mu_{н.в.}$ и $\mu_{в.в.}$ равен 1 град/см. Результаты вычислений заносят в таблицу 2. Слева от лобового контура, используя ось Z , в удобном масштабе строят график изменения углов γ образующих со стенкой борозды.

3.3 Последовательность построения горизонтальной проекции корпуса. Построение горизонтальной проекции корпуса проводим в следующей последовательности.

- На линии $Z - Z'$ ниже точки B откладываем точку B_0 . Это будет горизонтальная проекция носка лемеха.

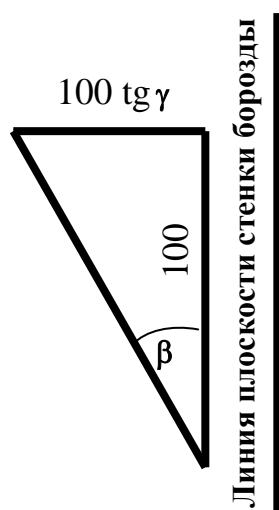
- Из точки B_0 под углом γ_0 к линии $Z - Z'$ (линия стенки борозды) проводим линию на которую проектируем из лобового контура точку C_0 (конец лемеха). Полученную точку обозначаем C'_0 . Соединяем контурной линией точки B_0 и C'_0 . Это горизонтальная проекция лезвия лемеха.

- Перпендикулярно лезвию лемеха в горизонтальной проекции наносим линию $F - F$, представляющую в плане плоскость в которой располагается направляющая кривая. Эта плоскость проходит:

для отвала культиваторного типа – на расстоянии, равном $2/3$ рабочей длины лемеха от носка лемеха (точки B_0). За рабочую длину лемеха в плане принимается длина отрезка $B_0C'_0$, где C'_0 – проекция точки C (перекрытие не учитывается);

для отвала полувинтового типа – в конце рабочей длины лемеха, то есть проходит через точку C'_0 (проекцию точки C).

- Измеряем циркулем отрезки на горизонтальных линиях (следах секущих плоскостей на лобовом контуре), заключенные между направляющей кривой и перпендикуляром к линии дна борозды в точке M_0 , ранее обозначенные как $2'-2'$, $1'-1'$, $0-0$, $1-1$, $2-2$, $3-3$, $4-4$, $к-к$, $к_1-к_1$ и откладываем их на линии $F-F$, начиная от линии лемеха ($B_0C'_0$). Полученные точки соответственно обозначаем $2', 1', n, 0, 1, 2, 3$ и т. д.



- Нанесенные на линии $F-F$ точки принадлежат к образующим различных сечений. Провести линию проекции в плане для каждого сечения можно в том случае, если будет найдена вторая точка образующей, обеспечивающая требуемый угол к стенке борозды.

Для образующих различных сечений нами уже рассчитаны значения γ , $\operatorname{tg} \gamma$, $100\operatorname{tg} \gamma$ (таблица 2).

Вторую точку можно найти, если из ранее определенной в сечении $F-F$ точки провести вверх отрезок 100 мм и влево $100\operatorname{tg} \gamma$.

В этом случае $\operatorname{tg} \beta$ между линией (образующей), проведенной через две найденные точки (образующей) и линией стенки борозды составит

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{100\operatorname{tg} \gamma}{100} = \operatorname{tg} \gamma, \quad (14)$$

или

$$\beta = \gamma$$

То есть линия, построенная таким образом, будет проведена под углом γ к стенке борозды.

Пользуясь методом графического построения заданных углов из каждой точки, нанесенной на линии $F-F$, откладываем вверх 100 мм и влево $100\operatorname{tg} \gamma$ и определяем вторые точки. Через полученные две точки на следе плоскости $F-F$ и на конце соответствующего отрезка $100\operatorname{tg} \gamma$ проводят прямые линии. Это и будут образующие в плане. Они, начиная с $3'-3'$ (лезвие лемеха) до $0-0$, будут отклонены от стенки борозды с уменьшением угла γ от γ_0 до γ_{\min} (т. к. γ_0 — это угол постановки лемеха к стене борозды, а γ_{\min} — угол постановки линии стыка лемеха с отвалом к стенке борозды и он меньше γ_0 на $1-4^\circ$).

Далее, начиная с образующей 1–1 расположенной выше образующей 0–0, все они будут располагаться к стенке борозды под соответствующими углами ($\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots$ и т. д.). А самая верхняя образующая под углом γ_{\max} к стенке борозды.

- Из лобового контура корпуса проектируем точку K на образующую $K-K$ горизонтальной проекции и получаем точку K'' . Эту точку контурной линией соединяем с точкой B_0 . Линия $K''B_0$ есть горизонтальная проекция полевого обреза.

- Точку пересечения бороздового обреза (линия EN) с линией стыка лемеха и отвала (точка N на лобовой проекции корпуса) проектируем вниз на образующую $n-n$ и обозначаем N' . Из этой точки проводим линию стыка параллельно линии $B_0C'_0$ до пересечения с горизонтальной проекцией полевого обреза $K''B_0$ контурной линией.

- Точку N' соединяем с точкой C'_0 . Линия $N'C'_0$ – бороздовой обреза лемеха на горизонтальной проекции корпуса.

- Чтобы закончить построение вертикальной проекции (лобового контура) корпуса точки пересечения бороздового обреза лемеха с образующими $2'$ и $1'$ на горизонтальной проекции спроектируем вверх до пересечения с образующими $2'$ и $1'$ на вертикальной проекции и соединим полученные точки и точки C_0 и N единой линией. Получим бороздовой обреза лемеха на лобовом контуре.

- На полученные в плане образующие проектируем из вертикальной проекции остальные точки пересечения контура с образующими, соединяем полученные точки плавной кривой и получаем контур корпуса в плане.

4 ПОСТРОЕНИЕ КРИВОЙ ПОЛЕВОГО ОБРЕЗА

На лобовом контуре и на проекции в плане полевой обреза представляется как прямая линия BK (на лобовом контуре) и $K''B_0$ (проекция в плане). В действительности же это кривая. Характер кривизны и натуральная величина полевого обреза могут быть определены в результате следующих построений. На проекции в плане из точек пересечения образующих $2'-2', 1'-1', 0-0, 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, k-k, k_1-k_1$ с проекцией линии полевого обреза $K''B_0$ проводят перпендикуляры к линии B_0K'' и на них последовательно, начиная от точки $2'$ откладывают отрезки $B-2', B-1', B-0, B-1, B-2, B-3, B-4, B-K, B-K_1$, взятые из лобового контура. Полученные точки, начиная с точки B_0 соединяют плавной кривой, которая и будет представлять собой полевой обреза контура.

5 ПОСТРОЕНИЕ КРИВЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЕ УГЛОВ β В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ОТВАЛА

Как было отмечено ранее, углы β характеризуют оборачивающую способность отвала. Для построения этих кривых необходимо проекцию корпуса в плане рассечь плоскостями $U_1-U_1, U_2-U_2, U_3-U_3$ перпендикулярными стенке борозды $Z-Z'$.

Затем стыки пересечения этих плоскостей с контуром корпуса и с образующими на горизонтальной проекции корпуса спроектировать вверх на вертикальную проекцию корпуса на соответствующие контурные линии и образующие. Полученные точки соединить на лобовом контуре плавными кривыми $U_1-U_1, U_2-U_2, U_3-U_3$. Эти кривые позволяют судить о степени кривизны груди и крыла отвала.

6 ПОСТРОЕНИЕ КРИВЫХ ШАБЛОНОВ

Для проверки изготовленных моделей, штампов, а также для контроля уже отштампованных из металла лемехов и отвалов необходимо иметь шаблоны. Кривизна отвала с ростом его высоты, начиная от лемеха, резко меняется. Поэтому для построения кривых, по которым будут изготавливаться шаблоны, необходимо в левой свободной части нанести образующие $3' - 3'$, $2' - 2'$, $1' - 1'$, $0 - 0$, $1 - 1$, $2 - 2$, $3 - 3$ и так далее, взяв их с оси $Z - Z'$ лобового контура и расположив вертикально. Проекцию корпуса в плане рассекают плоскостями $V_1 - V_1$, $V_2 - V_2$, $V_3 - V_3$ перпендикулярными лезвию лемеха $B_0C'_0$.

На образующей $3-3$ (совпадающей с лезвием лемеха $B_0C'_0$) Берется первая точка. В дальнейшем на этих образующих откладываются отрезки равные расстоянию от линии лезвия лемеха до соответствующей образующей. Шаблон начинается и заканчивается теми образующими, которые пересекаются с контуром в соответствующих сечениях. Точка начала шаблона соединяется с точкой $3'$ пунктирной линией.

Пример выполнения расчетов при проектировании лемешно-отвальной поверхности КУЛЬТУРНОГО типа.

Дано: Глубина пахоты $a = 22,5$ см; ширина захвата корпуса $b = 37,5$ см; угол между лезвием лемеха и стенкой борозды $\gamma_0 = 45^\circ$; угол между образующей $0-0$ (примерно на уровне стыка лемеха с отвалом) и стенкой борозды $\gamma_{\min} = 43^\circ$; угол между самой верхней образующей (проходящей через верхнюю точку отвала K_1) и стенкой борозды $\gamma_{\max} = 51^\circ$;

угол постановки лемеха к дну борозды $\varepsilon = 30^\circ$; приращение этого угла $\Delta\varepsilon = 6^\circ$; ширина лемеха $B_{\text{л}} = 105$ мм; прямолинейный участок лемеха $S = 60$ мм.

Расчет

1. Определение радиуса направляющей кривой

$$R = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{\cos \varepsilon + \sin \Delta\varepsilon} = \frac{\sqrt{22,5^2 + 37,5^2}}{0,866 + 0,1045} = 45,06 \text{ см}$$

2. Высота направляющей кривой

$$h = R \cdot \cos \varepsilon = 45,06 \cdot 0,866 = 39,02 \text{ см}$$

3. Вылет направляющей кривой

$$L = R \cdot (1 - \sin \varepsilon) = 45,06(1 - 0,5) = 22,53 \text{ см}$$

4. Вычисление промежуточных значений углов γ образующих со стенкой борозды.

Для нижней ветви параболы значения x изменяются от начала координат 0 вниз до линии лезвия лемеха через 2,5 см.

$$y_{1'} = \frac{6,2 \cdot x_{1'}^2}{x_{1'}^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot (-2,5)^2}{(-2,5)^2 + 100} = 0,3647 \text{ см}$$

$$y_{2'} = \frac{6,2 \cdot x_{2'}^2}{x_{2'}^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot (-5)^2}{(-5)^2 + 100} = 1,24 \text{ см}$$

$$y_{3'} = \frac{6,2 \cdot x_{3'}^2}{x_{3'}^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot (-7,5)^2}{(-7,5)^2 + 100} = 2,232 \text{ см}$$

$$\Delta\gamma = \gamma_0 - \gamma_{\min} = 45^\circ - 43^\circ = 2^\circ; \Delta y = y_{3'} - y_{\min} = y_{3'},$$

так как $y_{\min} = 0$ (начало координат).

Масштаб

$$\mu_{н.в.} = \frac{\Delta\gamma}{\Delta y} = \frac{\Delta\gamma}{\Delta y_{3'}} = \frac{2^\circ}{2,232} = 0,896 \text{ град/см}$$

$$\gamma_{1'} = \gamma_{\min} + \mu_{н.в.} \cdot y_{1'} = 43^\circ + 0,896 \cdot 0,3647 = 43^\circ 20';$$

$$\gamma_{2'} = \gamma_{\min} + \mu_{н.в.} \cdot y_{2'} = 43^\circ + 0,896 \cdot 1,24 = 44^\circ 6';$$

$$\gamma_{3'} = \gamma_{\min} + \mu_{н.в.} \cdot y_{3'} = 43^\circ + 0,896 \cdot 2,232 = 45^\circ.$$

Для верхней ветви параболы: значения x изменяются от начала координат 0 вверх до верхней образующей, проходящей через точку K_1 через 5 см.

$$y_1 = \frac{6,2 \cdot x_1^2}{x_1^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 5^2}{5^2 + 100} = 1,24 \text{ см}$$

$$y_2 = \frac{6,2 \cdot x_2^2}{x_2^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 10^2}{10^2 + 100} = 3,1 \text{ см}$$

$$y_3 = \frac{6,2 \cdot x_3^2}{x_3^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 15^2}{15^2 + 100} = 4,29 \text{ см}$$

$$y_4 = \frac{6,2 \cdot x_4^2}{x_4^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 20^2}{20^2 + 100} = 4,96 \text{ см}$$

$$y_5 = \frac{6,2 \cdot x_5^2}{x_5^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 25^2}{25^2 + 100} = 5,345 \text{ см}$$

$$y_k = \frac{6,2 \cdot x_k^2}{x_k^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 30^2}{30^2 + 100} = 5,58 \text{ см}$$

$$y_6 = \frac{6,2 \cdot x_6^2}{x_6^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 35^2}{35^2 + 100} = 5,732 \text{ см}$$

$$y_{k_1} = \frac{6,2 \cdot x_{k_1}^2}{x_{k_1}^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 36,23^2}{36,23^2 + 100} = 5,76 \text{ см}$$

$$\Delta\gamma = \gamma_{\max} - \gamma_{\min} = 51^\circ - 43^\circ = 8^\circ;$$

$$\Delta y = y_{k_1} - y_{\min} = y_{k_1} = 5,76 \text{ см.}$$

Масштаб

$$\mu_{\text{в.в.}} = \frac{\Delta\gamma}{\Delta y} = \frac{\Delta\gamma}{\Delta y_{k_1}} = \frac{8}{5,76} = 1,3886 \text{ град/см}$$

$$\gamma_1 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{в.в.}} \cdot y_1 = 43^\circ + 1,3886 \cdot 1,24 = 44^\circ 43'$$

$$\gamma_2 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{в.в.}} \cdot y_2 = 43^\circ + 1,3886 \cdot 3,1 = 47^\circ 18'$$

$$\gamma_3 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{в.в.}} \cdot y_3 = 43^\circ + 1,3886 \cdot 4,29 = 48^\circ 57'$$

$$\gamma_4 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{в.в.}} \cdot y_4 = 43^\circ + 1,3886 \cdot 4,96 = 49^\circ 53'$$

$$\gamma_5 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{в.в.}} \cdot y_5 = 43^\circ + 1,3886 \cdot 5,345 = 50^\circ 25'$$

$$\gamma_k = \gamma_{\min} + \mu_{\text{в.в.}} \cdot y_k = 43^\circ + 1,3886 \cdot 5,58 = 50^\circ 44'$$

$$\gamma_6 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{в.в.}} \cdot y_6 = 43^\circ + 1,3886 \cdot 5,732 = 50^\circ 58'$$

$$\gamma_{k_1} = \gamma_{\min} + \mu_{\text{в.в.}} \cdot y_{k_1} = 43^\circ + 1,3886 \cdot 5,76 = 51^\circ$$

По полученным данным строим график изменения углов γ образующих со стенкой борозды (рисунок 6).

Для построения образующих на проекции корпуса в плане необходимо для каждого угла γ вычислить значения $\operatorname{tg} \gamma$ и $100 \cdot \operatorname{tg} \gamma$ и результаты свести в таблицу 3.

Таблица 3

Верхняя ветвь параболы						Нижняя ветвь параболы					
образующая	x , см	y , см	γ , град	$\text{tg } \gamma$	$100 \cdot \text{tg } \gamma$, мм	образующая	x , см	y , см	γ , град	$\text{tg } \gamma$	$100 \cdot \text{tg } \gamma$, мм
1–1	5	1,24	44°43	0,9897	98,97	1'-1'	-2,5	0,3647	43°20	0,9435	94,35
2–2	10	3,1	47°18	1,0837	108,37	2'-2'	-5	1,24	44°6	0,9691	96,91
3–3	15	4,29	48°57	1,1471	114,71	3'-3'	-7,5	2,232	45°	1,0	100
4–4	20	4,96	49°53	1,1874	118,74						
5–5	25	5,345	50°25	1,2089	120,89						
$K-K$	30	5,58	50°44	1,2232	122,32						
6–6	35	5,732	50°58	1,2329	123,29						
K_1-K_1	36,23	5,76	51	1,2349	123,49						

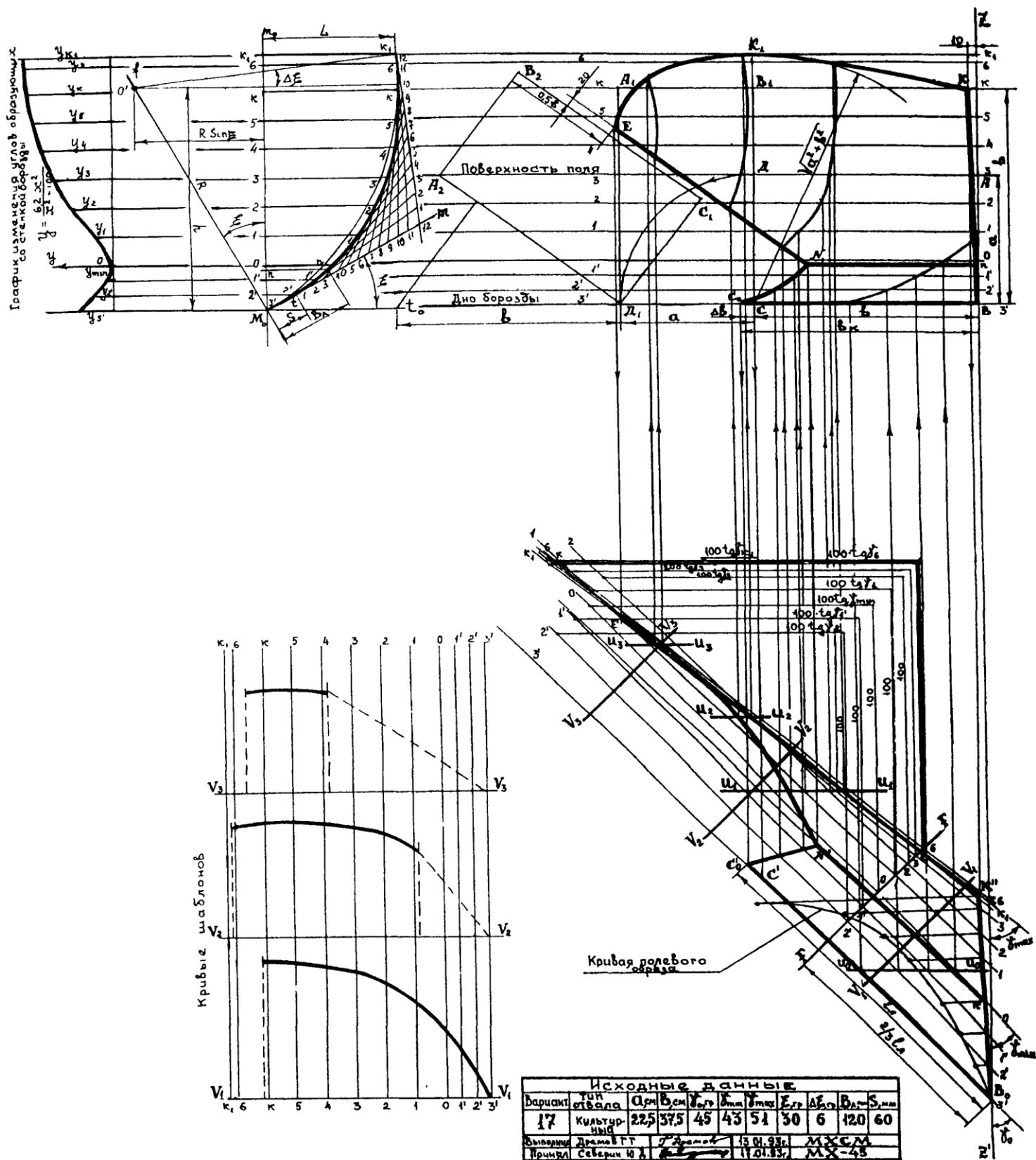


Рисунок 6 Проектирование лемешно-отвальной поверхности культурного типа

Пример выполнения расчетов при проектировании лемешно-отвальной поверхности ПОЛУВИНТОВОГО типа.

Дано: глубина пахоты $a = 23$ см; ширина захвата корпуса $b = 35$ см; угол между лезвием лемеха и стенкой борозды $\gamma_0 = 37^\circ$; угол между образующей 0–0 (примерно на уровне стыка лемеха с отвалом) и стенкой борозды $\gamma_{\min} = 34^\circ$; угол между самой верхней образующей (проходящей через верхнюю точку отвала K_1) и стенкой борозды $\gamma_{\max} = 52^\circ$; угол постановки лемеха к дну борозды $\varepsilon = 22^\circ$; приращение этого угла $\Delta\varepsilon = 10^\circ$; ширина лемеха $B_{\text{л}} = 130$ мм; прямолинейный участок лемеха $S = 60$ мм.

Расчет

1. Определение радиуса направляющей кривой

$$R = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{\cos \varepsilon + \sin \Delta\varepsilon} = \frac{\sqrt{23^2 + 35^2}}{0,9272 + 0,1736} = 38,045 \text{ см}$$

2. Высота направляющей кривой

$$h = R \cdot \cos \varepsilon = 38,045 \cdot 0,9272 = 35,27 \text{ см}$$

3. Вылет направляющей кривой

$$L = R \cdot (1 - \sin \varepsilon) = 38,045 \cdot (1 - 0,3746) = 23,79 \text{ см}$$

4. Вычисление промежуточных значений углов γ образующих со стенкой борозды.

Для нижней ветви параболы: значения x изменяются от начала координат 0 вниз до линии лезвия лемеха через 2,5 см.

$$\Delta\gamma = \gamma_o - \gamma_{\min} = 37^\circ - 34^\circ = 3^\circ$$

$$\Delta y = y_{3'} - y_{\min} = y_{3'} = 7,5 \text{ см, так как } y_{\min}=0.$$

Масштаб принимаем $\mu_{н.в.} = 1 \text{ град/см}$, то есть

$$\mu_{н.в.} = \frac{\Delta\gamma}{\Delta y} = 1; \text{ или } \Delta\gamma = \Delta y; \quad \gamma_o - \gamma_{\min} = y_{3'}$$

$$2P' = \frac{x_{3'}^2}{\gamma_o - \gamma_{\min}} = \frac{(-7,5)^2}{37^\circ - 34^\circ} = 18,75.$$

$$y_{1'} = \frac{x_{1'}^2}{2P'} = \frac{(-2,5)^2}{18,75} = 0,33(3) \text{ см}$$

$$y_{2'} = \frac{x_{2'}^2}{2P'} = \frac{(-5)^2}{18,75} = 1,33(3) \text{ см}$$

$$y_{3'} = \frac{x_{3'}^2}{2P'} = \frac{(-7,5)^2}{18,75} = 3 \text{ см}$$

$$\gamma_{1'} = \gamma_{\min} + \mu_{н.в.} \cdot y_{1'} = 34^\circ + 1 \cdot 0,33(3) = 34^\circ 20'$$

$$\gamma_{2'} = \gamma_{\min} + \mu_{н.в.} \cdot y_{2'} = 34^\circ + 1 \cdot 1,33(3) = 35^\circ 20'$$

$$\gamma_{3'} = \gamma_{\min} + \mu_{н.в.} \cdot y_{3'} = 34^\circ + 1 \cdot 3 = 37^\circ$$

Для верхней ветви параболы: значения x изменяются от начала координат 0 вверх до верхней образующей, проходящей через точку K_1 через 5 см (рисунок 5).

$$\Delta\gamma = \gamma_{\max} - \gamma_{\min} = 52^\circ - 34^\circ = 18^\circ;$$

$$\Delta y = y_{k_1} - y_{\min} = y_{k_1}, \text{ так как } y_{\min} = 0.$$

Масштаб принимаем: $\mu_{\text{в.в.}} = 1 \text{ град/см.}$

$$\mu_{\text{в.в.}} = \frac{\Delta\gamma}{\Delta y} = 1; \text{ или } y_{k_1} = \gamma_{\max} - \gamma_{\min}.$$

$$2P = \frac{x_{k_1}^2}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}} = \frac{34,381^2}{18^\circ} = 65,67.$$

$$y_1 = \frac{x_1^2}{2P} = \frac{5^2}{65,67} = 0,38 \text{ см.}$$

$$y_2 = \frac{x_2^2}{2P} = \frac{10^2}{65,67} = 1,523 \text{ см.}$$

$$y_3 = \frac{x_3^2}{2P} = \frac{15^2}{65,67} = 3,426 \text{ см.}$$

$$y_4 = \frac{x_4^2}{2P} = \frac{20^2}{65,67} = 6,091 \text{ см.}$$

$$y_5 = \frac{x_5^2}{2P} = \frac{25^2}{65,67} = 9,52 \text{ см.}$$

$$y_k = \frac{x_k^2}{2P} = \frac{27,5^2}{65,67} = 11,516 \text{ см.}$$

$$y_6 = \frac{x_6^2}{2P} = \frac{30^2}{65,67} = 13,705 \text{ см.}$$

$$y_{k_1} = \frac{x_{k_1}^2}{2P} = \frac{34,381^2}{65,67} = 18 \text{ см.}$$

Значения углов γ :

$$\gamma_1 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{е.в.}} \cdot y_1 = 34^\circ + 1 \cdot 0,38 = 34^\circ 28'$$

$$\gamma_2 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{е.в.}} \cdot y_2 = 34^\circ + 1 \cdot 1,523 = 35^\circ 31'$$

$$\gamma_3 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{е.в.}} \cdot y_3 = 34^\circ + 1 \cdot 3,426 = 37^\circ 25'$$

$$\gamma_4 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{е.в.}} \cdot y_4 = 34^\circ + 1 \cdot 6,091 = 40^\circ 5'$$

$$\gamma_5 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{е.в.}} \cdot y_5 = 34^\circ + 1 \cdot 9,52 = 43^\circ 31'$$

$$\gamma_k = \gamma_{\min} + \mu_{\text{е.в.}} \cdot y_k = 34^\circ + 1 \cdot 11,516 = 45^\circ 31'$$

$$\gamma_6 = \gamma_{\min} + \mu_{\text{е.в.}} \cdot y_6 = 34^\circ + 1 \cdot 13,705 = 47^\circ 42'$$

$$\gamma_{k_1} = \gamma_{\min} + \mu_{\text{е.в.}} \cdot y_{k_1} = 34^\circ + 1 \cdot 18 = 52^\circ$$

По полученным данным строим график изменения углов γ образующих со стенкой борозды (рисунок 7).

Для построения образующих на проекции корпуса в плане необходимо для каждого угла γ вычислить значения $\text{tg } \gamma$ и $100 \cdot \text{tg } \gamma$ и результаты снести в таблицу 4.

Таблица 4

Верхняя ветвь параболы						Нижняя ветвь параболы					
образующая	x , см	y , см	γ , град	$\operatorname{tg} \gamma$	$100 \cdot \operatorname{tg} \gamma$ γ , мм	образующая	x , см	y , см	γ , град	$\operatorname{tg} \gamma$	$100 \cdot \operatorname{tg} \gamma$ γ , мм
1-1	5	0,38	34°23	0,6842	68,42	1'-1'	– 2,5	0,3(3)	34°20	0,6830	68,3
2–2	10	1,523	35°31	0,7137	71,37	2'-2'	– 5	1,3(3)	35°20	0,7085	70,85
3–3	15	3,426	37°25	0,7650	76,50	3'-3'	–7,5	3	37°	0,7536	75,36
4–4	20	6,091	40°5	0,8396	83,96						
5–5	25	9,52	43°31	0,9495	94,95						
$K-K$	27,5	11,516	45°31	1,083	108,3						
6–6	30	13,705	47°42	1,0990	109,9						
K_1-K_1	34,381	18	52°	1,2799	127,99						

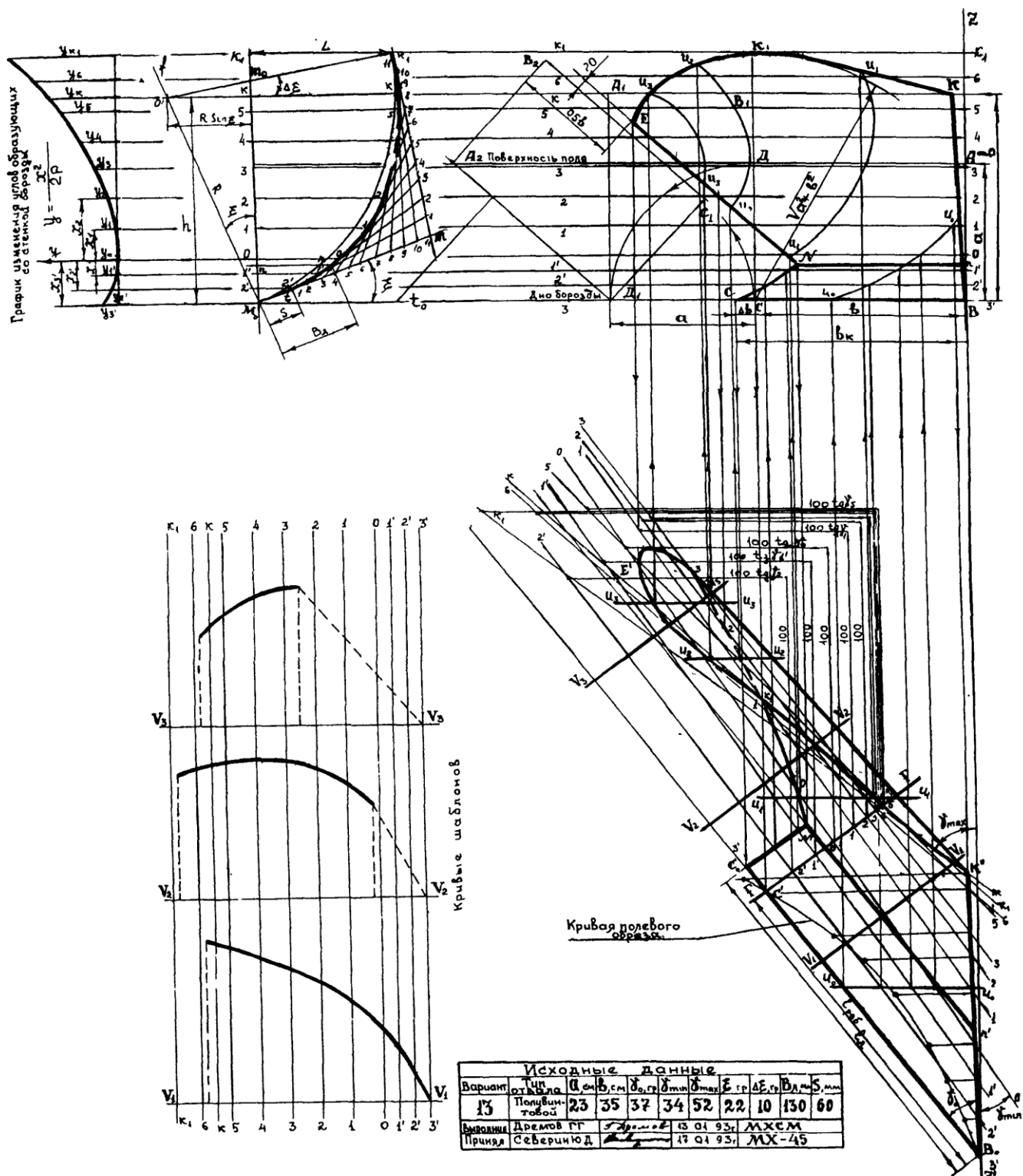


Рисунок 7 Проектирование лемешно-отвальной поверхности полувинтового типа