

***2. РАСЧЕТ И ОБОСНОВАНИЕ
ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ
МАШИН И ОРУДИЙ***

***ПАРАМЕТРЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ПЛУГОВ***

Рабочими органами плугов являются:

- **корпус** – основной рабочий орган, осуществляющий подрезание, оборот и рыхление пласта;
- **предплужник** или **углосним** – предназначен для подрезания левой верхней (задернелой) части пласта и сбрасывания ее на дно борозды;
- **дисковый** или **черенковый нож** – предназначен для отрезания пласта в вертикальной плоскости и получения ровной стенки борозды;
- **почвоуглубитель** – предназначен для рыхления подпахотного слоя почвы на глубину до 15 см.

Исходными величинами при проектировании лемешно-отвального плуга являются:

B – ширина захвата плуга, м;

n – число корпусов;

b – ширина захвата корпуса, м;

a – максимальная глубина вспашки, м;

k – удельное сопротивление почвы, кН/м² ($k = 20 \dots 30$ кН/м² на легких, $40 \dots 50$ кН/м² – на средних, $60 \dots 70$ кН/м² – на тяжелых);

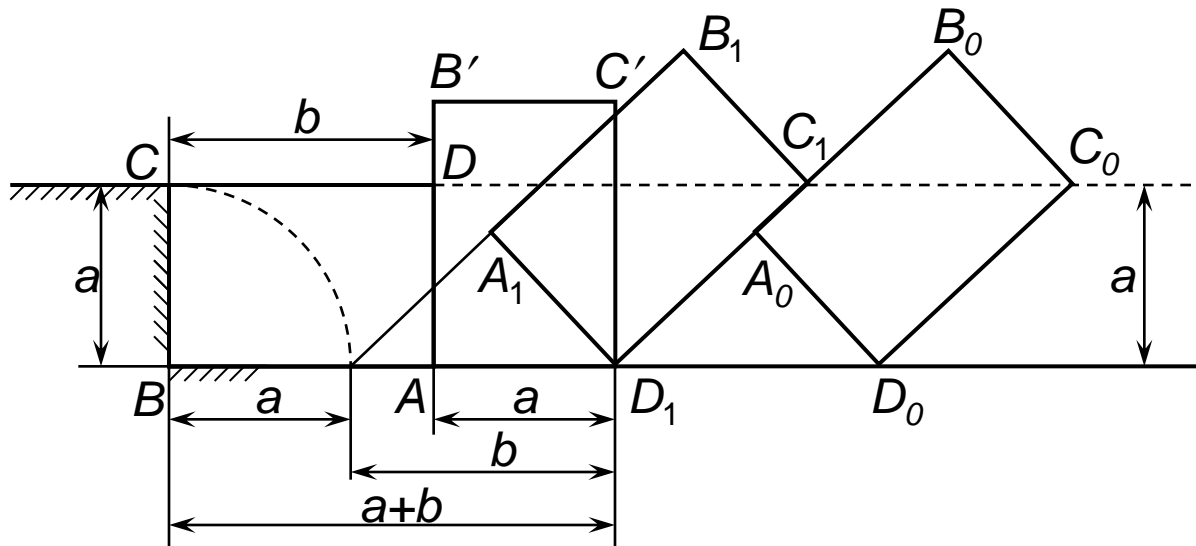
P – тяговое усилие трактора, кН;

η – коэффициент загрузки (использования тягового усилия) трактора, $\eta = 0,80 \dots 0,95$.

Ширину захвата плуга определяют по зависимостям

$$B = bn; \quad B = \frac{\eta P}{ak}.$$

Основные параметры пласта



a – **высота** пласта (глубина вспашки);

b – **ширина** пласта (ширина захвата корпуса плуга);

Оборот пласта зависит от отношения **b/a** .

Для культурных отвалов при работе на рыхлых почвах **$b/a = 1,2 \dots 1,5$** .

Для полувинтовых при работе на связных почвах **$b/a = 1,5 \dots 2,0$** .

Высоту полевой стороны H принимают равной

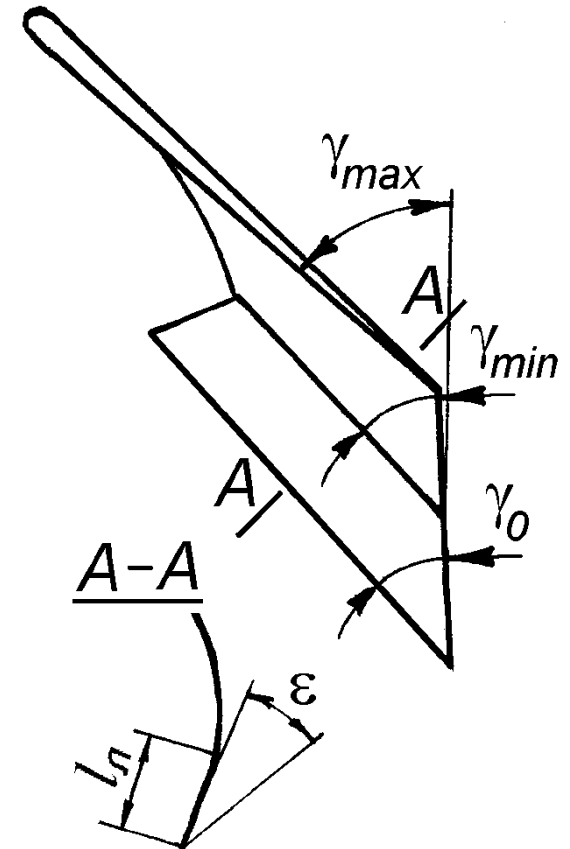
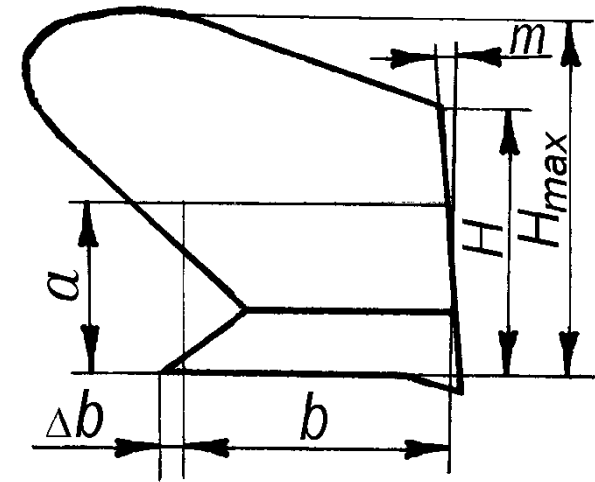
$$H = b + \Delta h,$$

где $\Delta h = 0,01 \dots 0,025$ м.

Максимальная высота H_{max} корпуса с учетом траектории движения пласта

$$H_{max} = \sqrt{a^2 + b^2} + \Delta d,$$

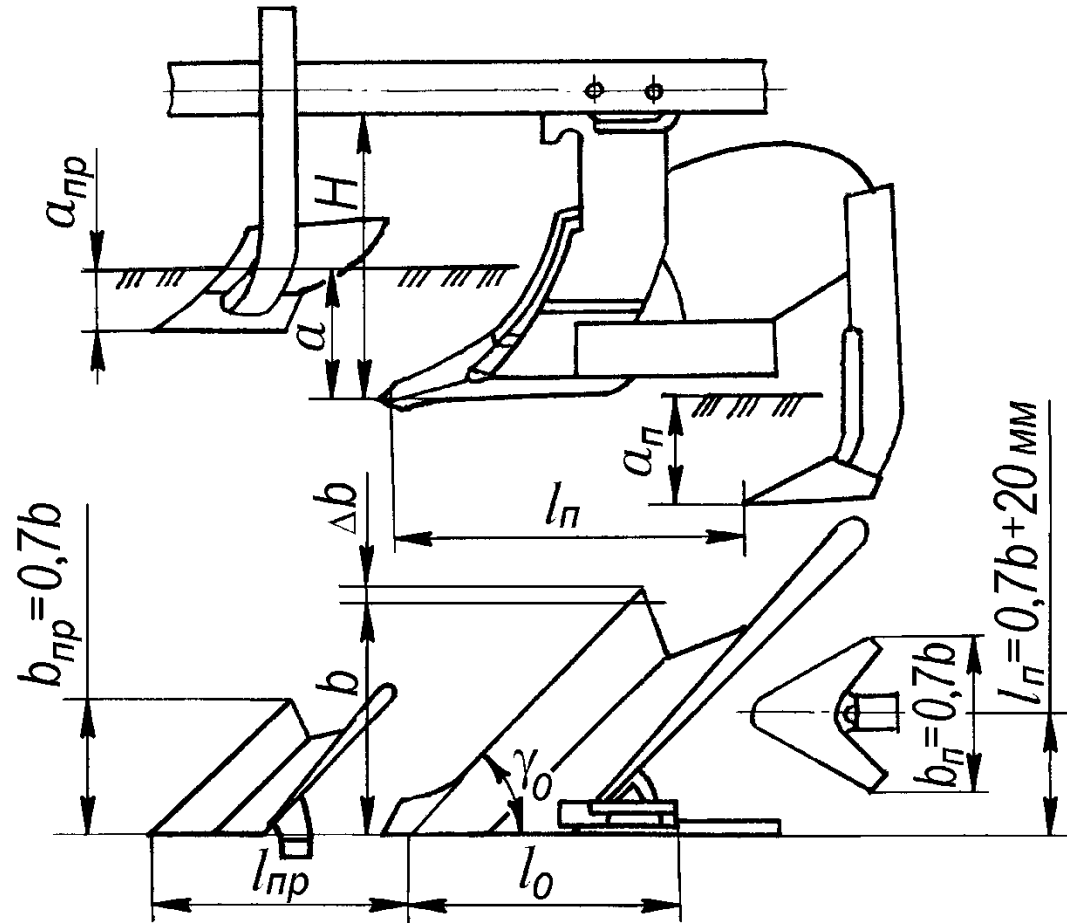
где $\Delta d = 0,02 \dots 0,04$ м – увеличение высоты корпуса для предотвращения пересыпания почвы.



Расстояние между носками корпусов L по длине плуга не должно препятствовать отваливанию пласта задним корпусом.

$$L = l_0 + \frac{a \operatorname{tg}(\varepsilon + \varphi)}{\sin \gamma_0} - b \operatorname{ctg} \gamma_0,$$

где l_0 – расстояние от носка лемеха до конца стойки, м;
 ε – угол установки лемеха к дну борозды, $\varepsilon = 30^\circ$;
 φ – угол трения почвы о сталь $\varphi = 25^\circ$;
 γ_0 – угол между направлением движения и лезвием лемеха $\gamma_0 = 42^\circ$.

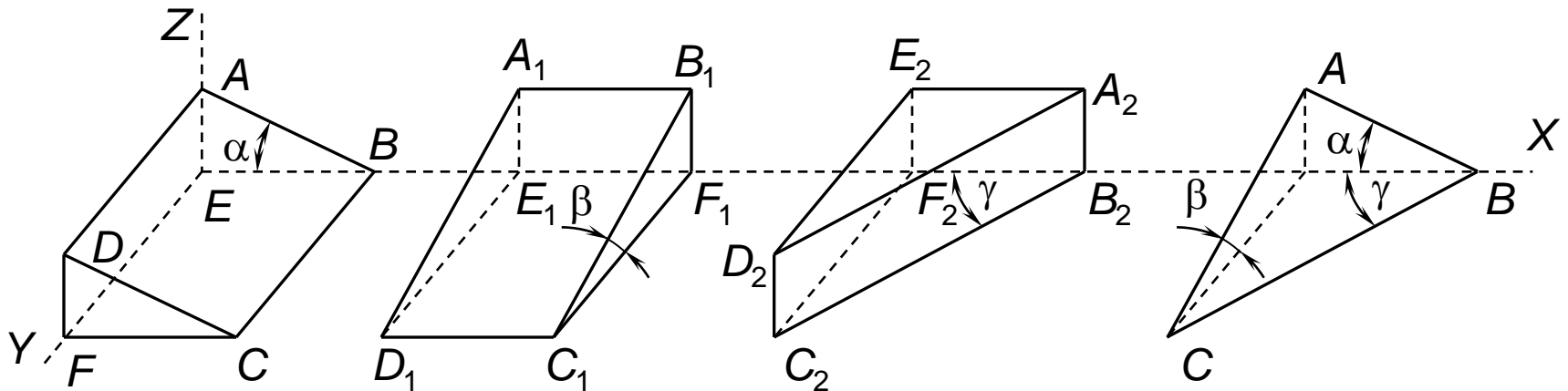


Основными величинами при проектировании лемешно-отвального корпуса являются:

угол крошения α расположен в продольно-вертикальной плоскости;

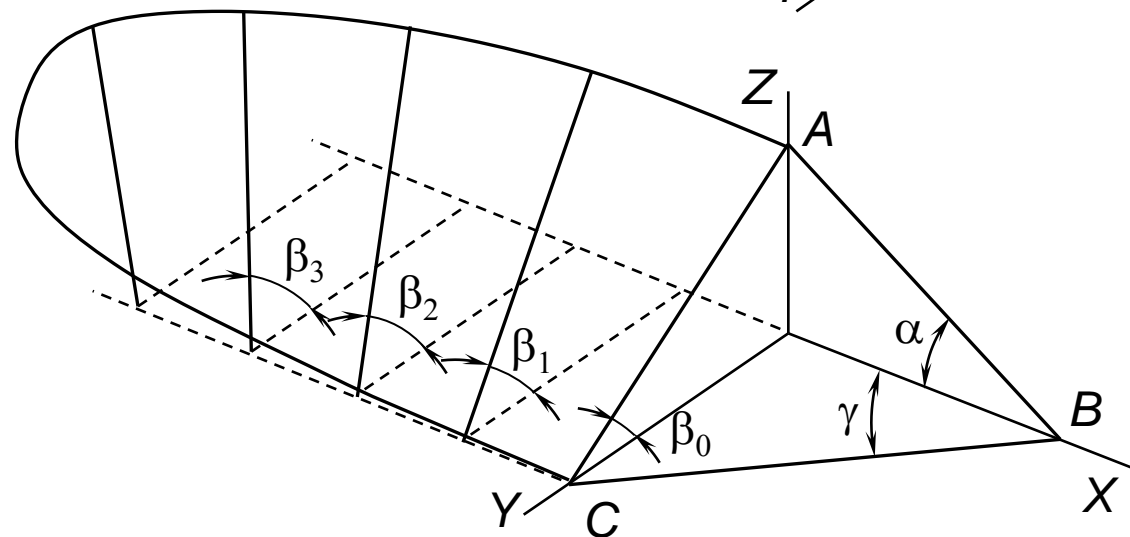
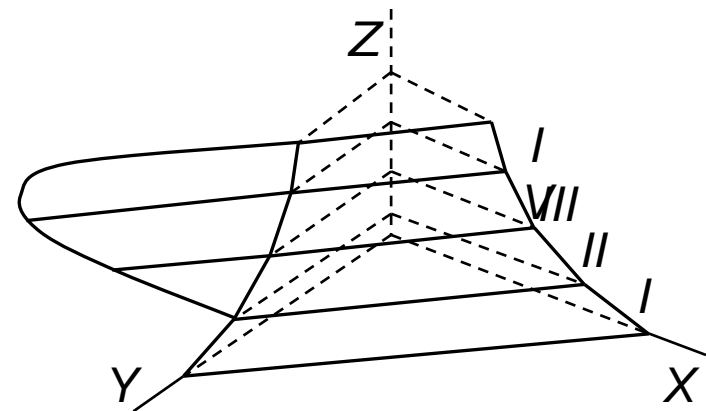
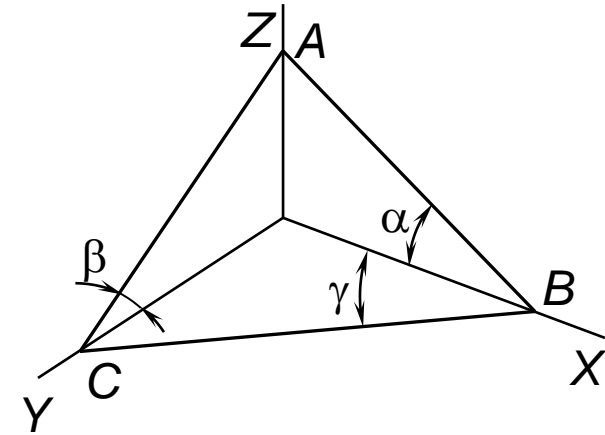
угол оборота β расположен в поперечно-вертикальной плоскости;

угол сдвига γ расположен в горизонтальной плоскости.

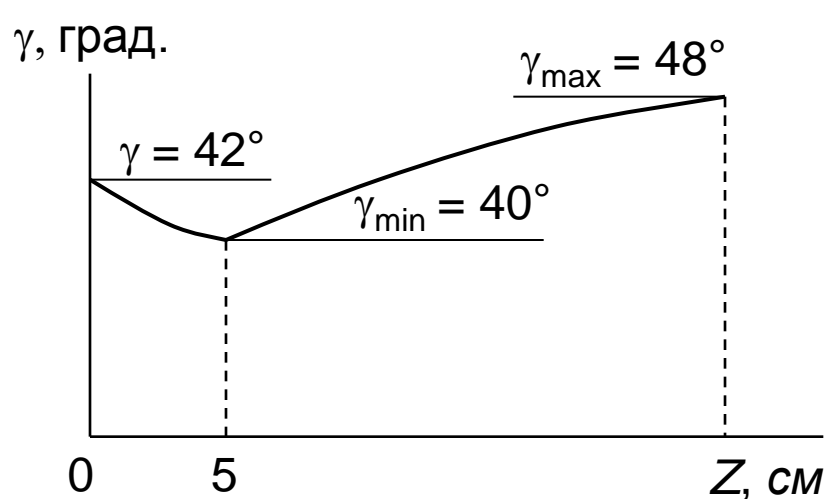


Развитие косого трехгранного клина в криволинейную поверхность обеспечивает непрерывное **изменение** углов α , β , γ .

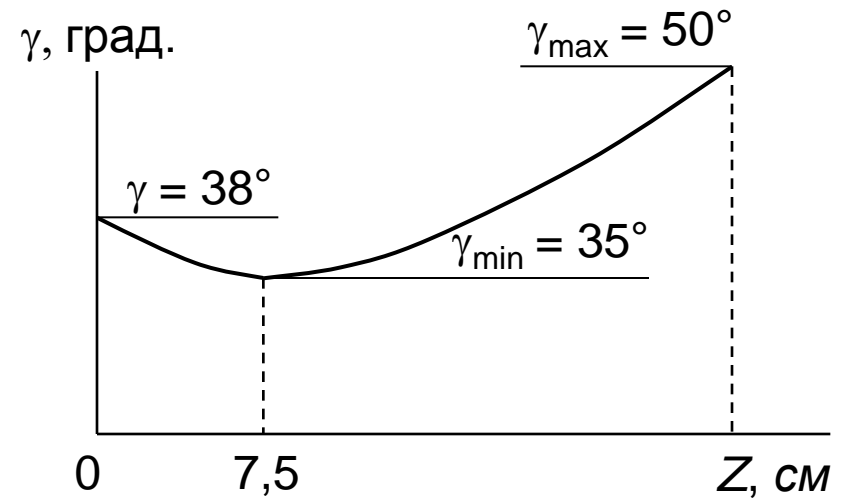
Наложением друг на друга усеченных косых трехгранных клиньев *I*, *II*, *III*, *IV* с изменяющимися углами α , β , γ получают многогранную поверхность – основу **лемешно-отвальной поверхности**.



В отличие от углов α и β , которые (с большей или меньшей интенсивностью) только увеличиваются по мере увеличения координаты Z , угол γ изменяется по более сложной зависимости.



Культурная поверхность



Полувинтовая поверхность

По диапазону изменения угла γ ($\Delta\gamma = \gamma_{\max} - \gamma_{\min}$) лемешно-отвальные поверхности подразделяют на:

цилиндрические – $\Delta\gamma = 0^\circ$

культурные – $\Delta\gamma = 2...7^\circ$

полувинтовые – $\Delta\gamma = 7...15^\circ$

винтовые – $\Delta\gamma$ свыше 15°

У **цилиндрических** отвалов угол α сильно развит, угол $\gamma = 45^\circ$ не изменяется, угол β слабо развит.

Цилиндрический отвал **хорошо крошит**, но **плохо оборачивает** пласт.

Культурный отвал характеризуется значительным развитием не только угла α , но и углов β и γ .

Культурный отвал, обладая **хорошей крошащей** способностью, **достаточно полно оборачивает** пласт.

Полувинтовой отвал отличается еще большим по сравнению с культурным развитием углов γ и β , но слабым нарастанием угла α .

Полувинтовой отвал **хорошо оборачивает**, но **слабо крошит** пласт.

Винтовая поверхность имеет слабо развитый угол α и сильно развитый угол β .

Винтовой отвал **полностью оборачивает** пласт почвы, но почти **без ее крошения**.

Корпус с полувинтовым отвалом



Корпус с винтовым отвалом



Общее сопротивление плуга R равно

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$R_1 = fG$ – сопротивление, обусловленное **трением** колес, корпусов и т.д.;

f – коэффициент трения почвы о сталь, $f = 0,5 \dots 0,9$;

G – вес плуга, Н;

$R_2 = kavn$ – сопротивление, обусловленное **деформацией** пласта;

k – коэффициент удельного сопротивления почвы, Н/см²;

a и b – размеры сечения пласта, см;

n – количество корпусов плуга;

$R_3 = \varepsilon abnV^2$ – сопротивление, обусловленное сообщением пласту **кинетической энергии**;

ε – коэффициент скоростного сопротивления,

$\varepsilon = 1500 \dots 2000 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$;

V – скорость плуга, м/с.

***ПАРАМЕТРЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ДИСКОВЫХ ОРУДИЙ***

Дисковый плуг



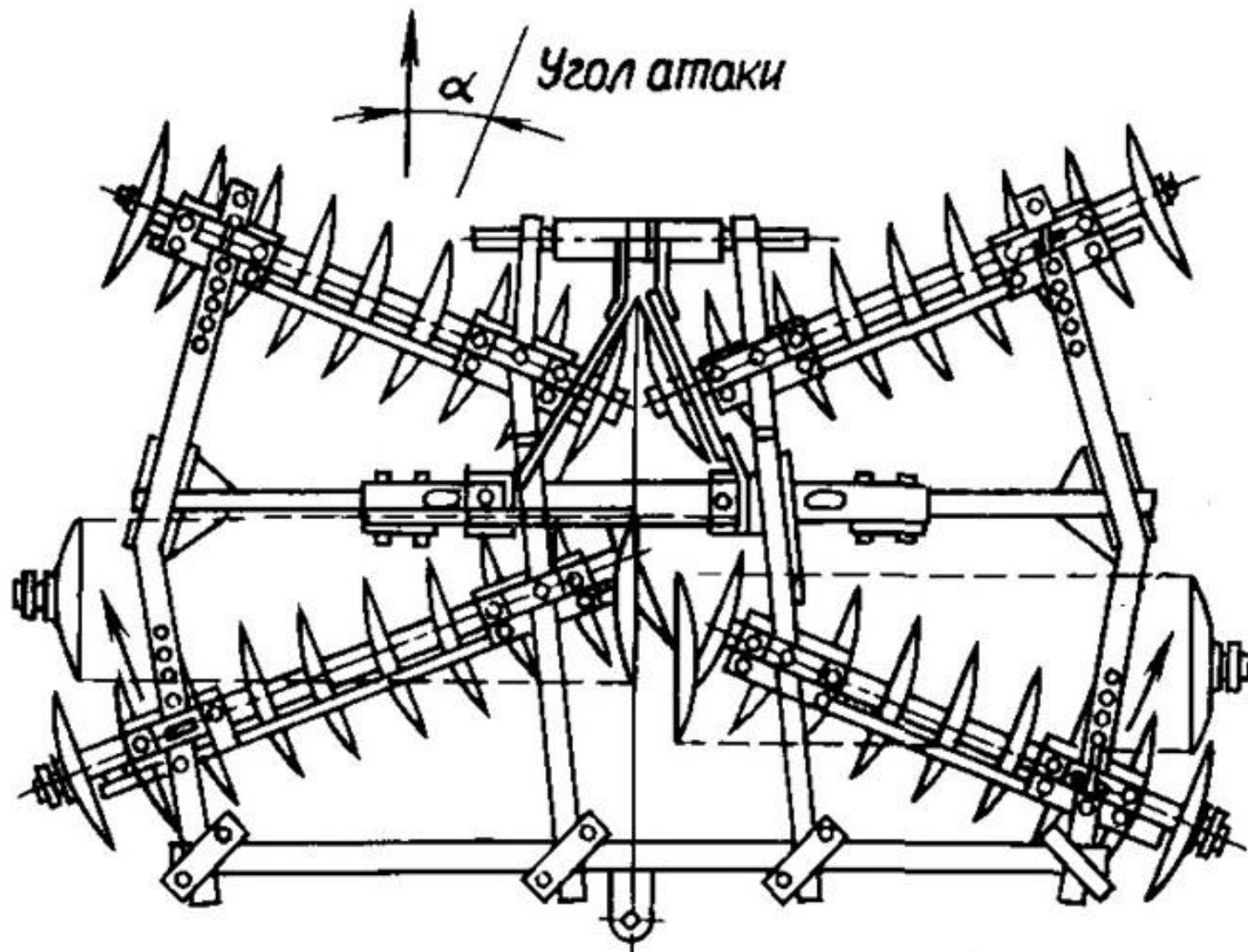
Дисковый луцильник



Дискатор



Дисковая борона



Рабочими органами дисковых орудий являются диски.

Основными параметрами дисков являются

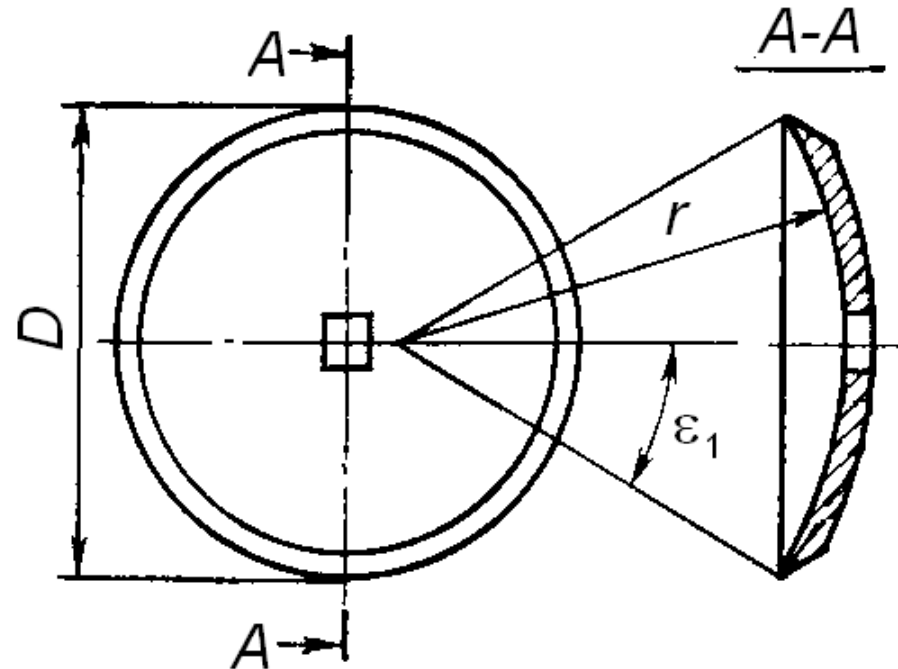
D – диаметр, м;

r – радиус кривизны, м.

Диаметр диска D зависит от глубины обработки a . Практикой выработаны определенные соотношения между D и a

$$D = ka,$$

где k – коэффициент,
равный 3...3,5 для плугов,
4...6 для борон.



Дисковые плуги снабжают дисками диаметром 600...800 мм, бороны – 450...660 мм.

С увеличением диаметра дисков резко возрастает вертикальная слагающая реакции почвы, т.е. ухудшается заглубляемость диска в почву. Поэтому для заглубления дисков большого диаметра требуется дополнительная нагрузка.

Радиус кривизны определяет крошащую и оборачивающую способности дисков. Чем меньше радиус кривизны, тем интенсивнее крошится и оборачивается пласт.

Исходными величинами при проектировании дисковых орудий являются:

D – диаметр дисков, м;

B – расстояние между дисками, м;

b – расстояние между смежными следами, м;

Θ – угол атаки дисков, град;

a – глубина рыхления почвы, м;

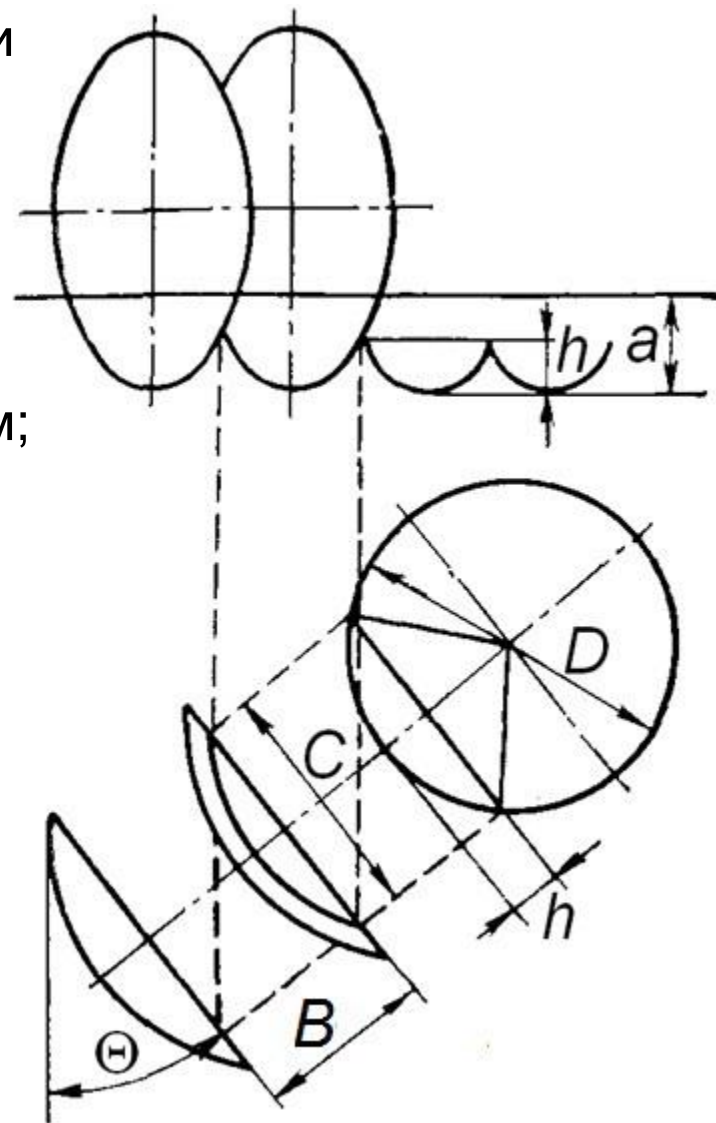
h – высота необработанных гребней, м.

Для качественной обработки принимают

$h < 0,5a$.

Чем больше угол атаки, тем интенсивнее и глубже рыхлится почва.

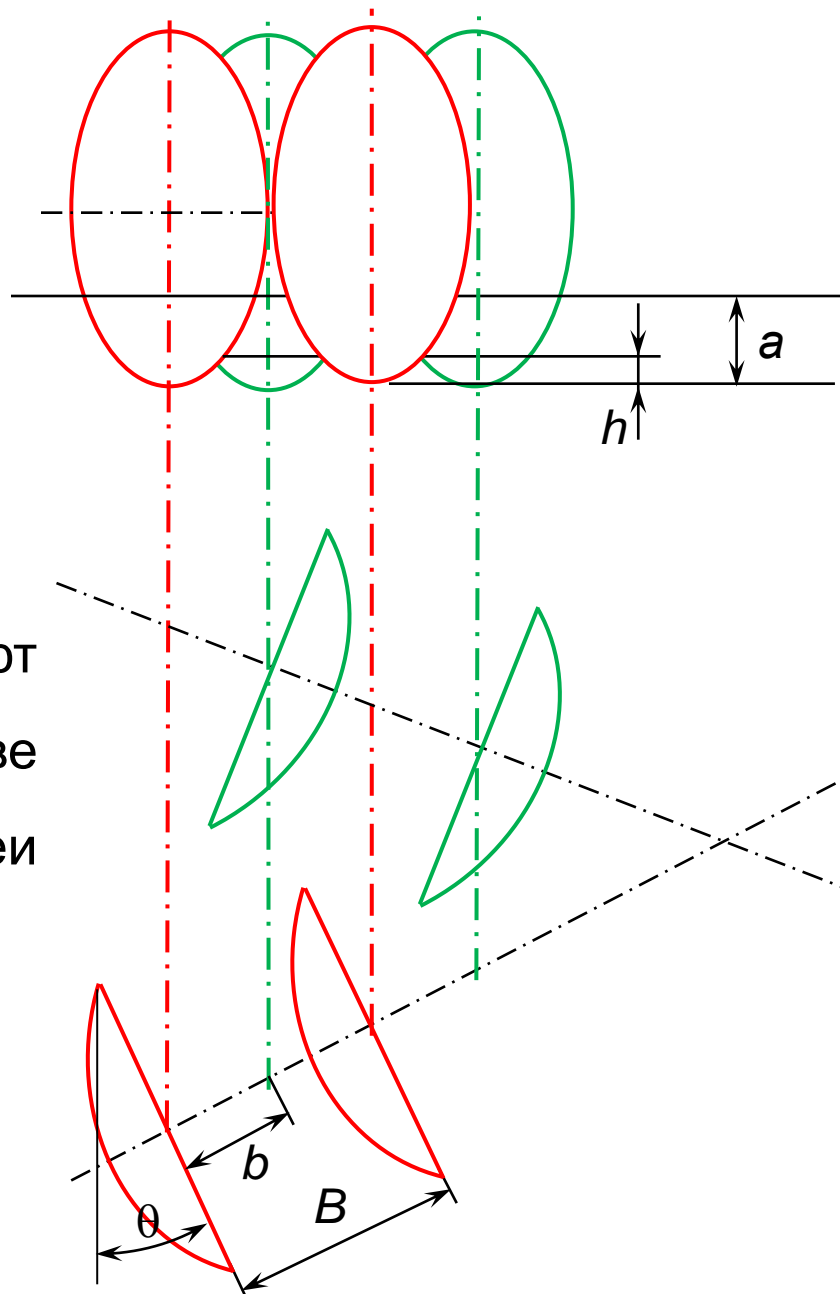
Угол атаки для борон $10...25^\circ$, дисковых плугов $35...45^\circ$.



При работе одной батареи требуемая высота гребней обеспечивается слишком малым расстоянием между соседними дисками, которое ухудшает степень рыхления и способствует залипанию дисков.

В дисковых орудиях используют установленные друг за другом две батареи. При этом диски второй батареи располагают в междуследиях первой.

Тогда расстояние между соседними дисками равно удвоенному расстоянию между смежными следами $B = 2b$.



При работе дисковых орудий высота гребней h зависит от диаметра дисков D , расстояния между смежными следами b и угла атаки θ

$$h = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - b^2 \operatorname{ctg}^2 \theta}.$$

Расстояние b между смежными следами определяют из условия обеспечения допустимой высоты гребней ($h < 0,5a$)

$$b = 2\sqrt{h(D - h)} \operatorname{tg} \theta.$$

***ПАРАМЕТРЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
КУЛЬТИВАТОРОВ***

Паровой культиватор



Чизельный культиватор



Чизелный культиватор в работе



Рыхлительная секция комбинированного почвообрабатывающего агрегата



Исходными величинами при проектировании культиваторов являются:

B – ширина захвата культиватора, м;

b – расстояние между рыхлителями в ряду, м;

N – число рядов рабочих органов (рыхлителей);

n_o – общее число рыхлителей;

n_p – число рыхлителей в ряду;

d – ширина лапы рыхлителя, м;

θ – угол деформации почвы (между плоскостями, ограничивающими область деформации), град.;

S – расстояние между смежными следами, м;

a – глубина рыхления, м;

h – высота необработанных гребней, м.

Для качественной обработки принимают **$h < 0,5a$** .

Расстановка рыхлителей культиватора зависит от величины зоны деформации почвы в продольном L и поперечном B_p направлениях.

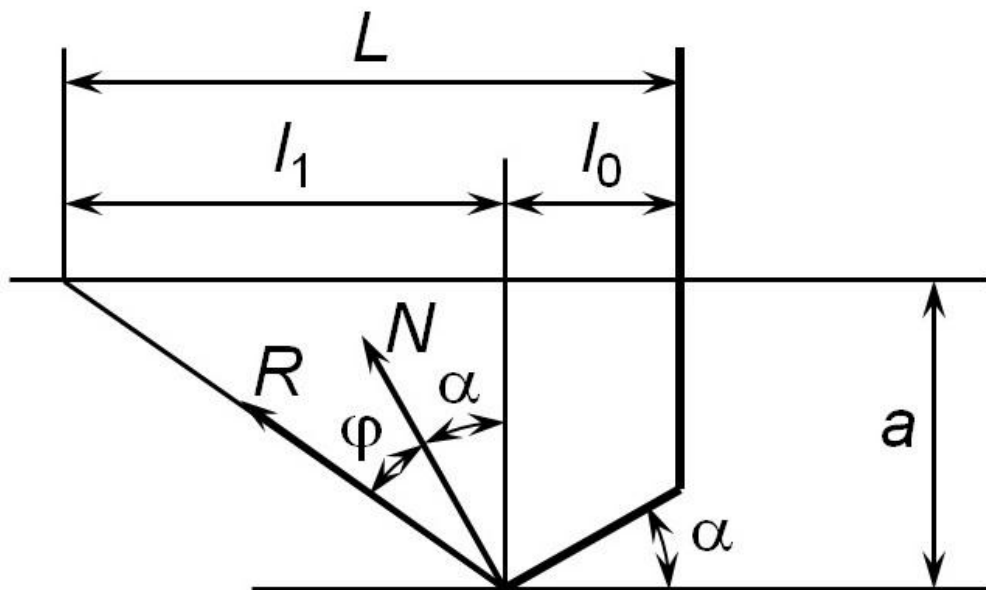
$$L = l_0 + a \operatorname{tg}(\alpha + \varphi),$$

где l_0 – вылет носка лапы рыхлителя относительно стойки, м;

a – глубина обработки, м;

α – угол вхождения (наклона) носка лапы в почву, град;

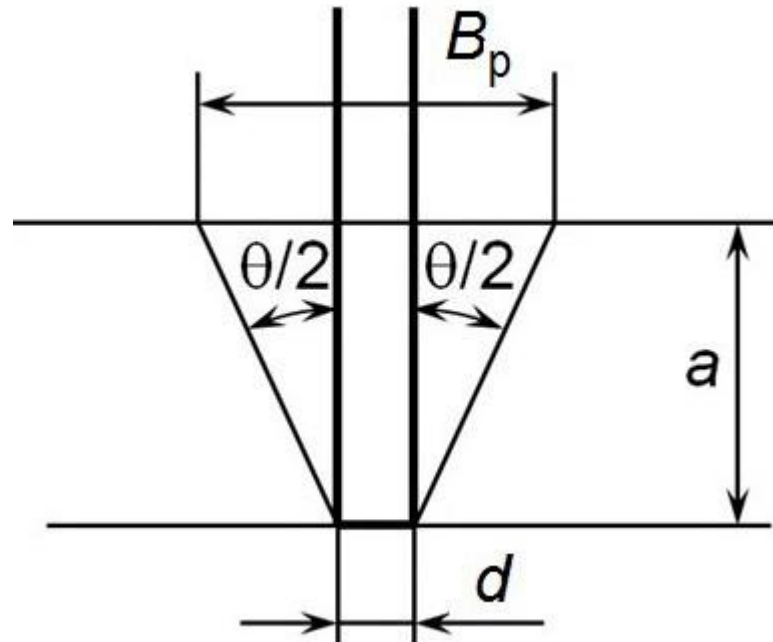
φ – угол трения, град.



$$B_p = d + \frac{2a \operatorname{tg}(\theta/2)}{\cos(\alpha + \varphi)},$$

где d – конструктивная ширина лапы рыхлителя, м;

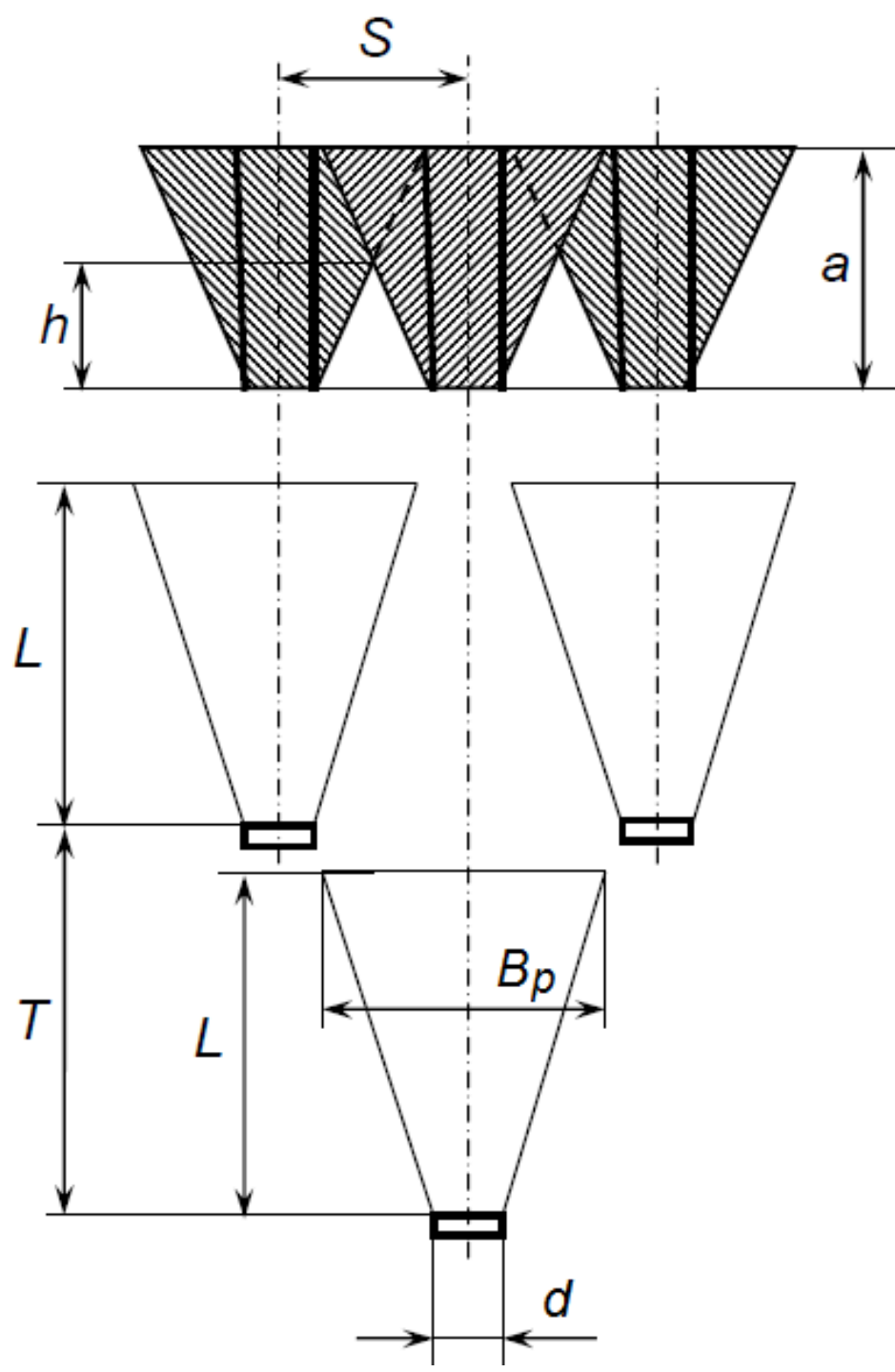
θ – угол деформации почвы, град.; в зависимости от типа и состояния почвы $\theta = 40 \dots 50^\circ$;

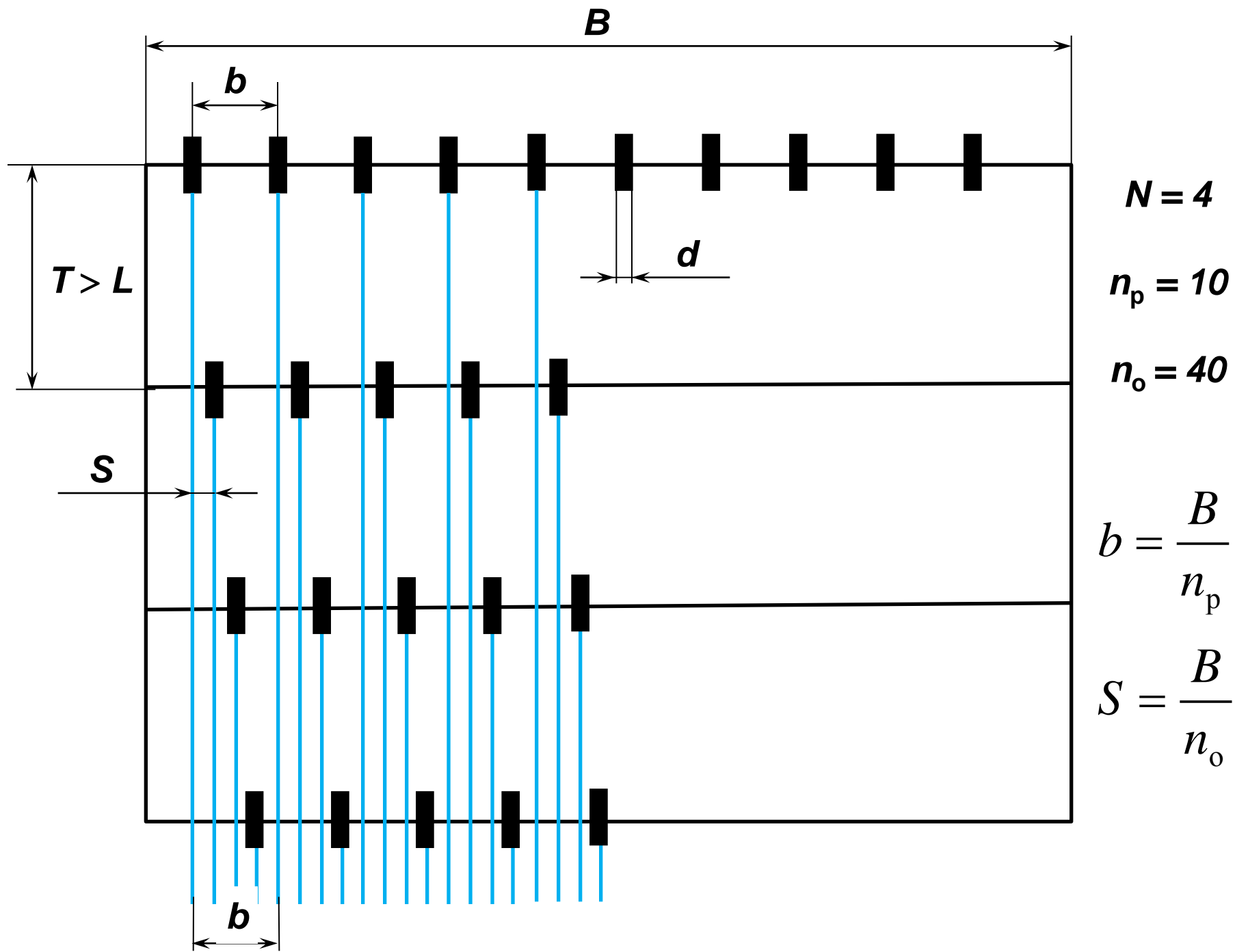


Расстояние между смежными следами S должно обеспечивать требуемую высоту необработанных гребней h при ширине лапы рыхлителя d .

$$h = \frac{1}{2}(S - d) \cdot \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2}.$$

Расстояние между рядами зубьев T должно быть не менее зоны деформации в продольном направлении L .





Правильная расстановка рыхлителей культиватора со смещением в рядах



Неправильная расстановка рыхлителей культиватора

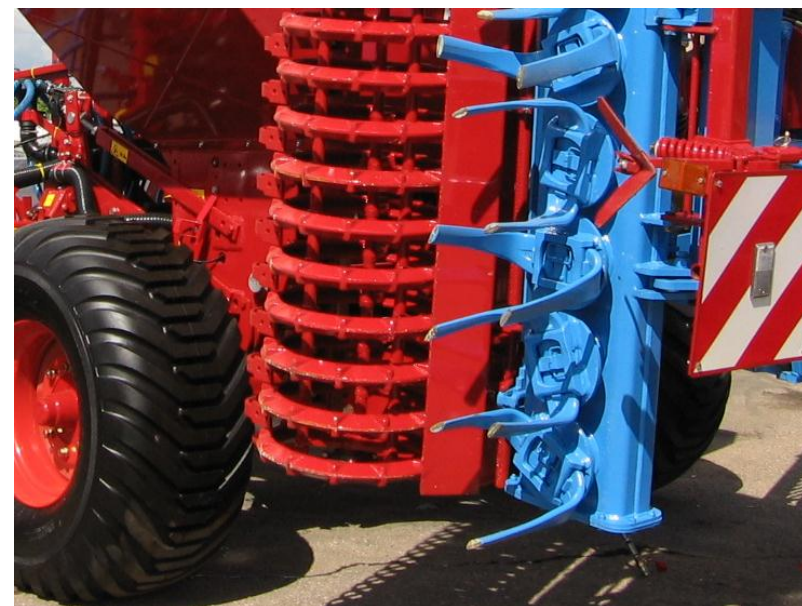


***ПАРАМЕТРЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
РОТОРНОГО КУЛЬТИВАТОРА***

Роторные рабочие органы
используют в **роторных плугах,**
роторных культиваторах, фреззах.



Ось вращения рабочего органа может быть **вертикальной** (плуг, культиватор) или **горизонтальной** (культиватор, фреза).



Исходными величинами при проектировании роторных почвообрабатывающих машин являются:

r – радиус ротора, м;

n – частота вращения ротора, об/мин;

z – количество зубьев (рабочих элементов);

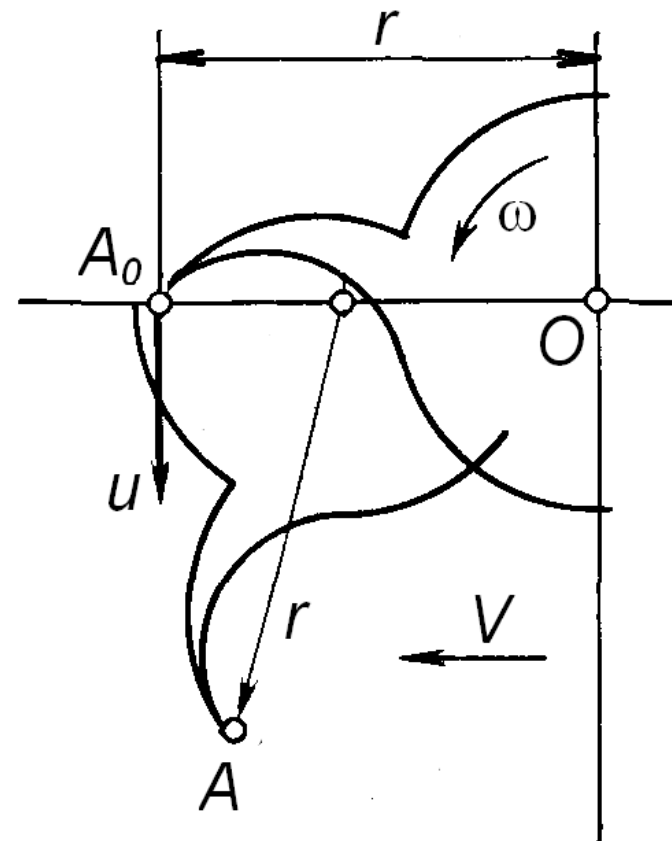
V – поступательная скорость машины, м/с;

ω – угловая скорость ротора, рад/с;

$$\omega = \frac{\pi n}{30};$$

u – окружная (линейная) скорость точки A_i , м/с;

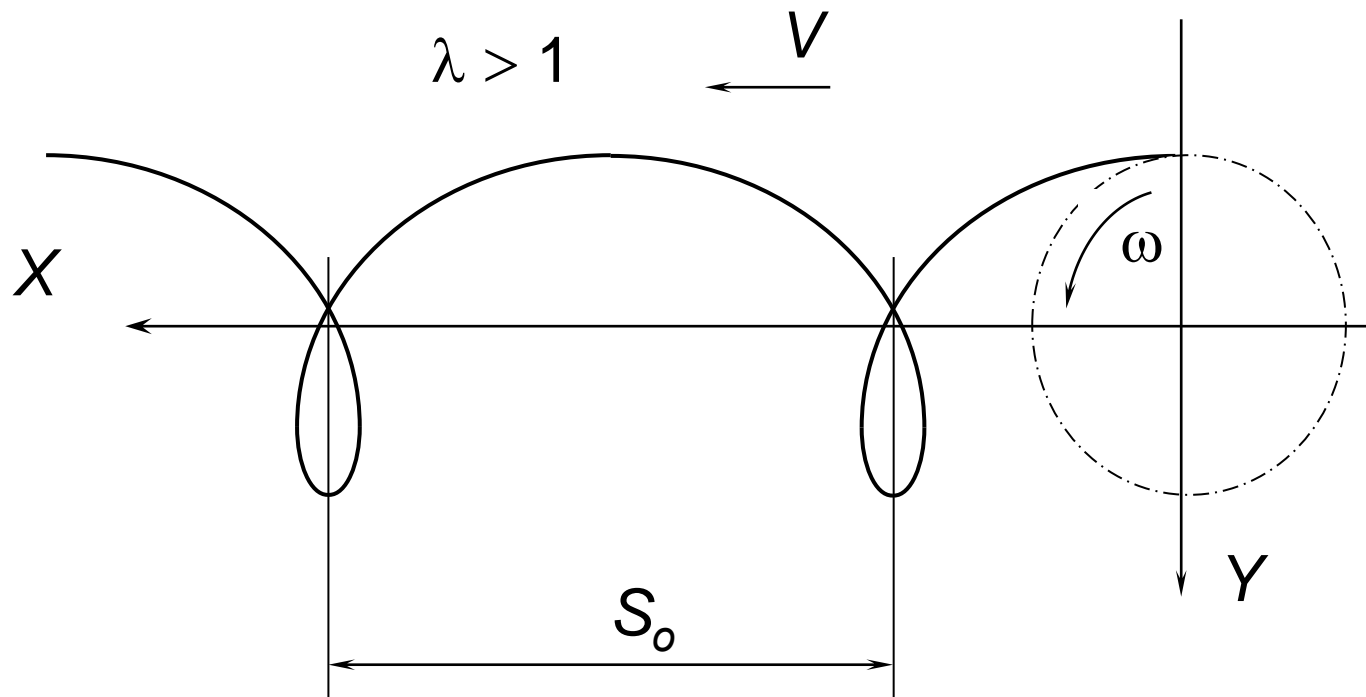
$$u = \omega r.$$



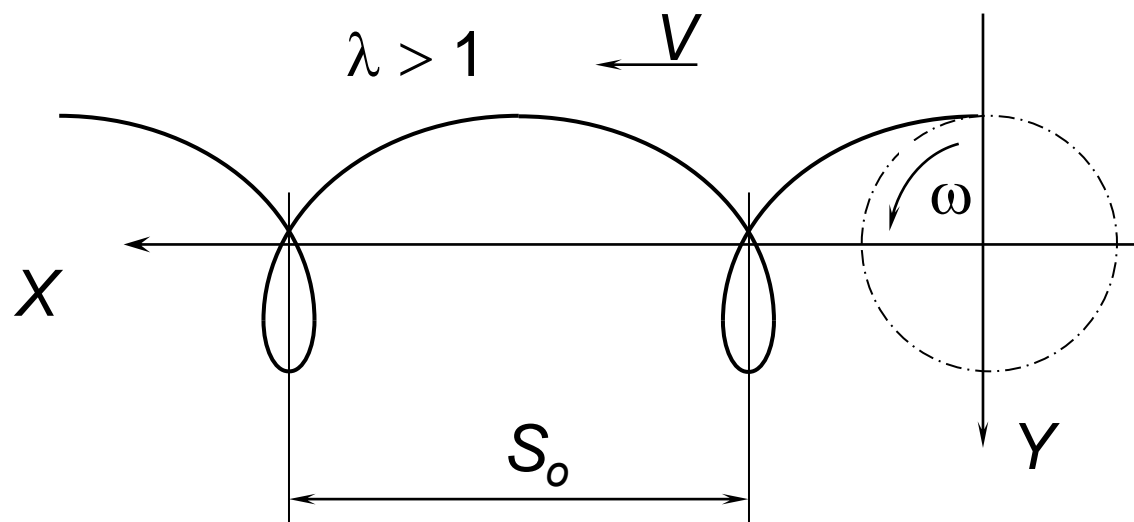
Роторные рабочие органы совершают сложное движение:

- **поступательное** вместе с машиной (переносное);
- **вращательное** относительно машины (относительное).

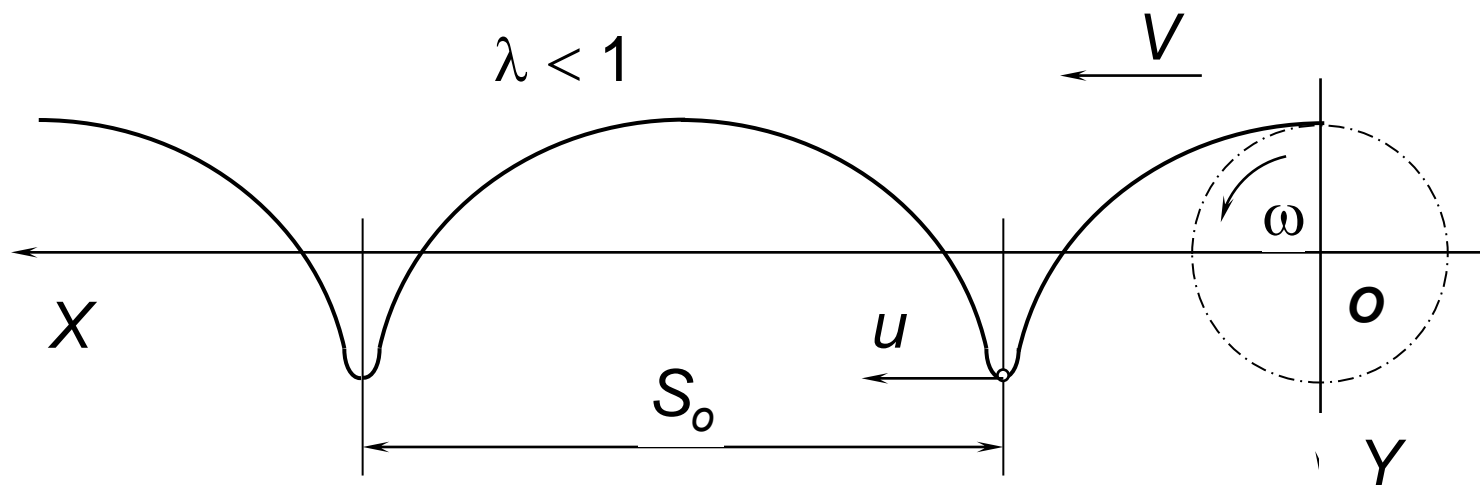
Траектория абсолютного движения представляет собой **циклоиду**.



Форма циклоиды
зависит от показателя
кинематического
режима λ , равного
отношению окружной
 u и поступательной V
скоростей



$$\lambda = \frac{u}{V}.$$



Подачу на один зуб S_z вычисляют по формуле

$$S_z = 2\pi r / \lambda z.$$