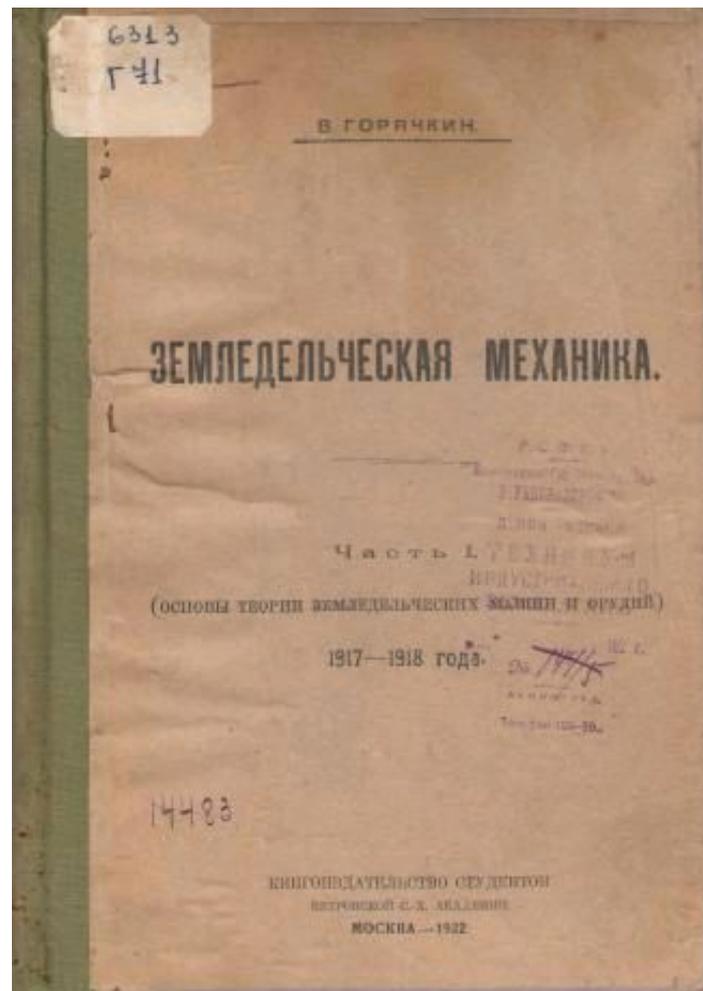




**Василий Прохорович
Горячкин**



Сельскохозяйственные машины – это технологические машины облегчающие труд человека и увеличивающие производительность при возделывании сельскохозяйственных культур, непосредственно воздействуют на объект обработки (почву, удобрение, се-мена, растение и т. п.). Каждая машина выполняет одну или несколько операций, при которых качественно изменяются обрабатываемый материал – его размеры, состояния, фор-мы, физические и биологические свойства.

Федеральная система технологий и машин – это технологии и параметры машин апробированные и рекомендуемые для применения в хозяйствах, содержащие научно обоснованные данные по перспективному их развитию для эффективного перевооружения сельского хозяйства.

ФСТМ формируется исходя из перспективной совокупности машинных технологических систем, необходимых для осуществления всего множества технологий производства с.-х. продукции. Машинные технологические системы (совокупность технологических операций, выполняемых с помощью комплексов или поточных линий машин и оборудования) включают в себя технологии различных уровней, начиная с технологий из двух операций и кончая полным циклом получения продукции.

ФСТМ служит источником научно обоснованных системных данных, раскрывающих общую картину, состояние и перспективы развития технологий и техники с целью принятия оптимальных решений в области новых разработок и продвижения их на рынок.

ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЕ МАШИНЫ

Основные задачи системы обработки почвы:

- создание мощного культурного слоя, поддержание высокого эффективного плодородия, благоприятного для растений водно-воздушного, теплового и питательного режимов путем изменения структурного состояния, оборачивания и перемешивания слоев почвы;
- полное уничтожение сорняков, возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, снижение засоренности, улучшение фитосанитарной обработки в полях севооборота;
- защита почвы от эрозии;
- заделка и равномерное распределение в почве растительных остатков и удобрений;
- придание наилучшего структурного состояния посевному слою почвы с целью размещения семян на установленную глубину, создание условий производительного использования машин.

Все технологические процессы обработки почвы сводятся к следующим основным операциям: рыхление (крошение), оборачивание, перемешивание, выравнивание, подрезание сорняков, создание борозд, гряд и гребней.

Машины и рабочие органы для основной обработки почвы

Обработка почвы – это приемы механического воздействия на почву, способствующие повышению ее плодородия и созданию лучших условий для роста и развития растений. Правильная обработка почвы – одно из главных звеньев повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Основная обработка выполняется для существенного изменения сложения почвы. В зависимости от почвенных и климатических условий, от вида севооборота и засоренности полей основная обработка может проводиться с различной периодичностью: от одного- двух раз в год до одного раза в одну-две ротации севооборота. Наиболее часто основная обработка проводится в условиях избыточного увлажнения, наиболее редко в засушливых районах на хорошо оструктуренных, плодородных почвах.

При обработке почва подвергается многообразным технологическим процессам, которые сводятся к следующему:

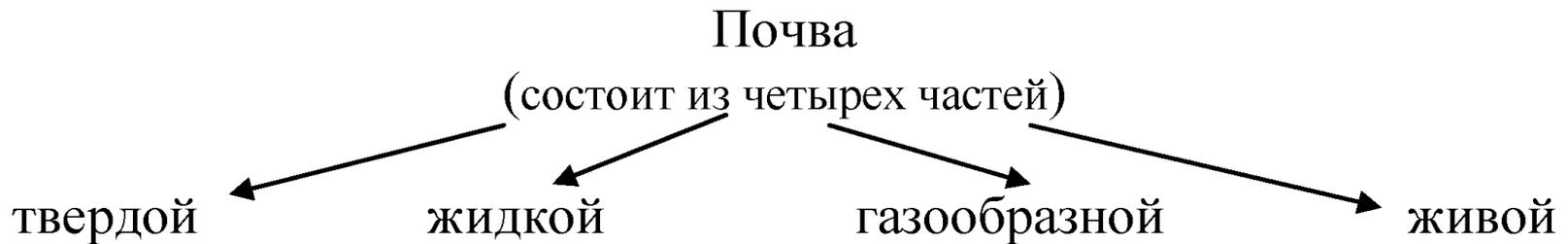
- 1) подрезание слоя почвы и корней;
- 2) рыхление или крошение;
- 3) оборачивание пласта;
- 4) заделка в почву дернины, жнивья и удобрений;
- 5) перемешивание;
- 6) уплотнение;
- 7) выравнивание поверхности;
- 8) образование борозд или валков на поверхности почвы.

Оборачивание почвы – перемещение в вертикальном направлении слоев почвы, различающихся по агрономическим свойствам. Оборачивание почвы необходимо также для заделки пожнивных остатков, дернины, удобрений, осыпавшихся семян сорняков.

Технологические основы механической обработки почвы.

Почва – поверхностный слой земной коры, несущий на себе растительный покров суши, уникальным и неотъемлемым свойством почвы является ее плодородие – способность обеспечивать растущие растения питательными веществами и влагой и тем самым участвовать в создании урожая.

Почва – многофазная среда, состоящая из перемешанных между собой твердых частиц, воды, воздуха и живых организмов. От соотношения этих фаз зависят физико-механические свойства и плодородие почвы.



Твердая фаза состоит из минеральной и органической частей, причем первая составляет 95...99 %, минеральная часть сформировалась из материнских геологических пород. Органическая часть – это неразложившиеся и полуразложившиеся остатки живых организмов главным образом растительных, продукты их разложения и синтеза, гумус.

Жидкая фаза почвы – это почвенный раствор, сформировавшийся из воды, поступивший в почву с атмосферными осадками, из грунтовых вод, при конденсации водяных паров. Почвенная вода занимает пустоты в твердой фазе почвы (поры, капилляры).

Газовая фаза почвы – это почвенный воздух, который заполняет свободные от воды пустоты в почве. Вода и воздух в почве находятся в динамическом равновесии на основе противоречия: чем больше воды, тем меньше воздуха, и наоборот.

Живая фаза почвы представлена живыми организмами, населяющими почву и участвующими в почвообразовательных процессах. Это различные микроорганизмы – бактерии, микроскопические грибы, водоросли, а также простейшие насекомые, черви и др.

Технологические свойства почвы

Свойства почвы



физические

- механический состав
- влажность
- структура
- каменистость

технологические (определяются только в процессе обработки почвы)

- твердость
- коэффициент трения
- удельное сопротивление рабочим органам
- сопротивление к различным родам деформации (пластичность)
- способность к крошению
- липкость
- абразивные свойства и т.д.

Механический состав – соотношение в почве камней, гравия, песка, ила, пыли

Структура - способность почвы распадаться на различные по форме и величине частицы (агрегаты, комки).

Твердость почвы характеризует ее механическую прочность – способность сопротивляться внедрению рабочего органа орудия.

Сопротивление к различным родам деформации (пластичность) – способность почвы деформироваться под действием внешних сил и сохранять деформированное состояние после прекращения действия.

Липкость – способность частиц почвы во влажном состоянии склеиваться между собой, прилипать к рабочим поверхностям рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Абразивные свойства – способность почвы острыми углами и ребрами твердых частиц срезать и уносить поверхностный слой металла рабочих органов.

Коэффициент трения f - характеризует силу взаимного притяжения молекул металла и почвы, шероховатости поверхности металла.

Под **трением** понимается сопротивление скольжению одной поверхности по другой.

Сила трения - пассивная сила (реакция), поэтому она не может быть больше fN

$$F_{тр} = f \cdot N$$

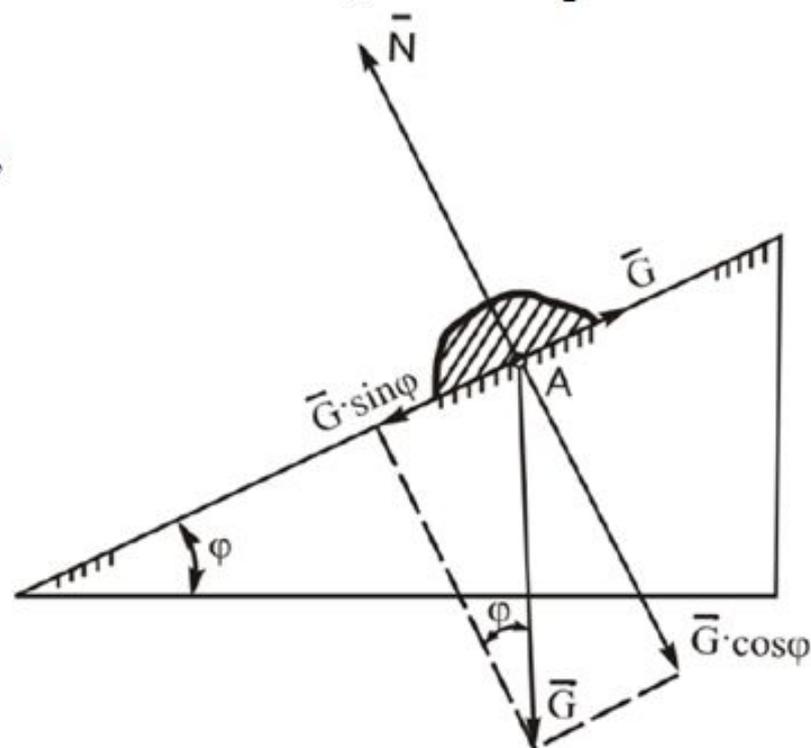
φ - угол трения

$$\operatorname{tg} \varphi = f$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} f$$

$$f = 0,25 \dots 0,9; \quad \varphi = 14 \dots 42^\circ;$$

$$F_{тр} = \operatorname{tg} \varphi N$$



Коэффициент удельного сопротивления - показатель трудности обработки почв, сопротивление почвы при пахоте, приходящееся на единицу поперечного сечения пласта. Выражается в т/м², кг/см² или Н/см²

$$k = \frac{P}{abn}$$

P – усилие необходимое на перемещение с/х машины;

n – число корпусов;

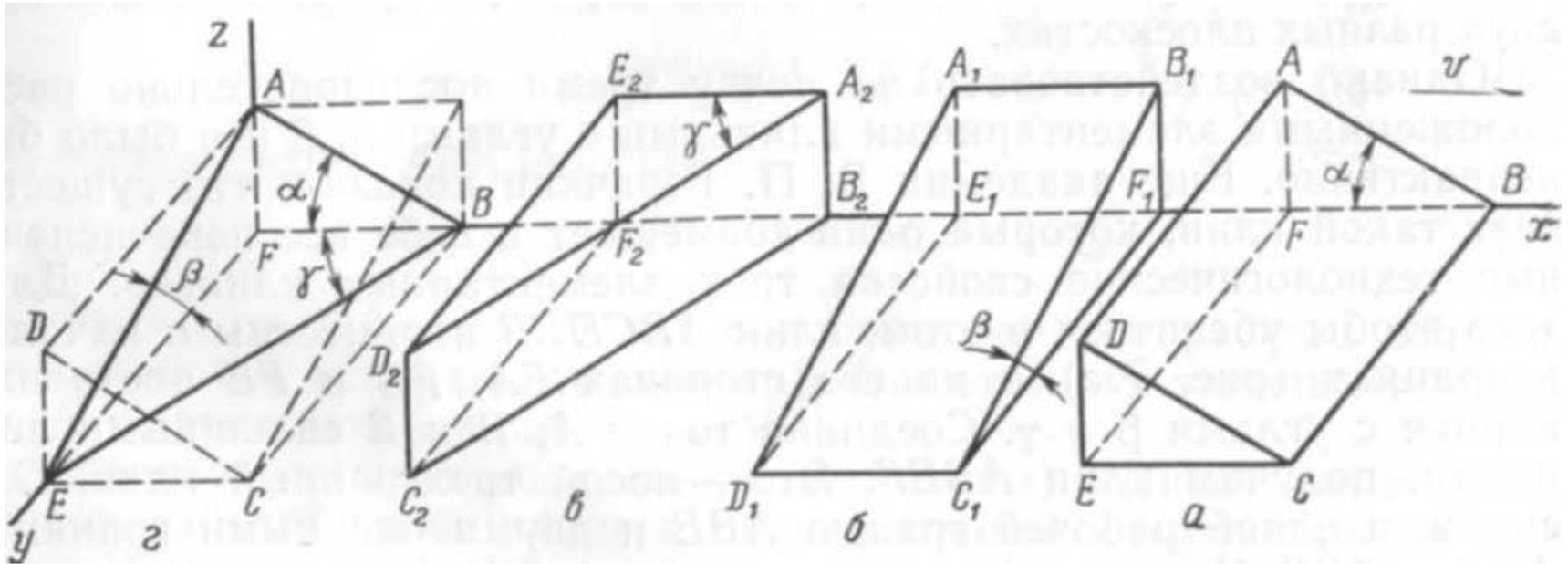
a, b – размеры пласта (глубина и ширина захвата)

$k = \text{до } 3 \text{ Н/см}^2$ – легкая почва

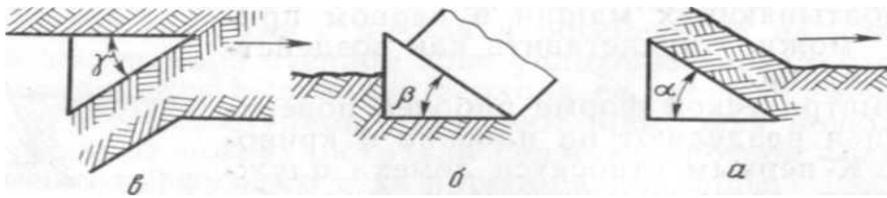
$k = 3-5$ – средняя

$k = 5-7$ – среднетяжелая

$k = 7-12$ – тяжелая почва



Трехгранный клин АВЕF



Характер воздействия на почвенный пласт элементарных клиньев:
 а) с углом α (вид справа); б) с углом β (вид сзади); в) с углом γ (вид сверху).

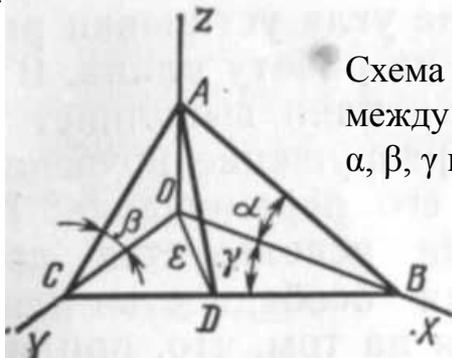
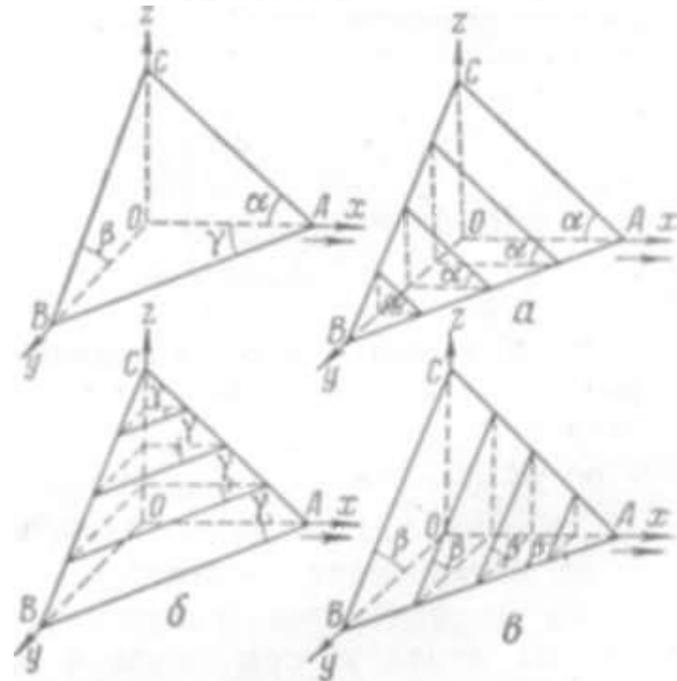
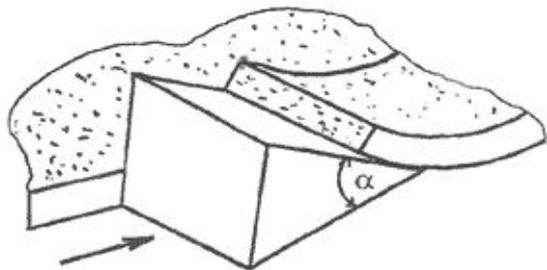
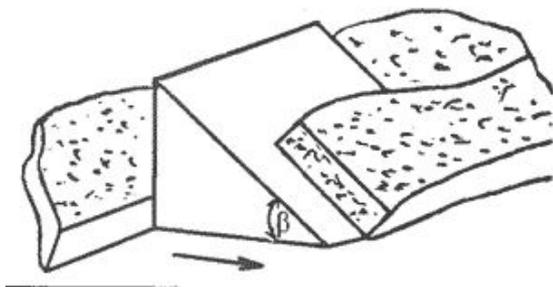


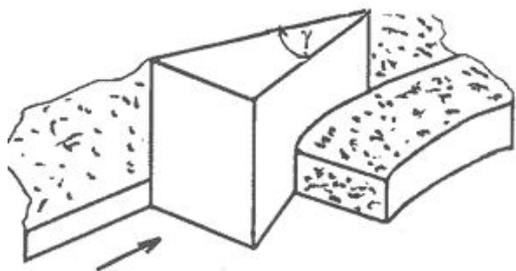
Схема к определению зависимостей
 между основными параметрами клина
 α , β , γ и ϵ



Двухгранный клин с углом α отделяет пласт от дна борозды, поднимает его, сжимает в вертикальной плоскости и раскалывает на отдельные части. Чем больше угол α , тем сильнее клин изгибает и крошит отделяемый пласт. Однако при увеличении угла α до 45° почва перестает скользить по верхней грани клина и начинает "сгруживаться" перед клином.



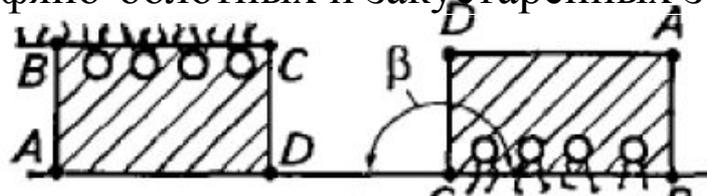
Двугранный клин с углом бета (β) предназначен отклонять пласт в сторону, переворачивая его. чтобы перевести пласт из горизонтального положения в наклонное и перевернуть его, угол бета клина должен изменяться от 25° до 130° , то есть необходимо, чтобы поверхность клина была криволинейной.



Двухгранный клин с углом гамма (γ), ориентированный вертикально, отделяет пласт от стенки борозды, отводит землю в сторону и сжимает в горизонтальной плоскости.

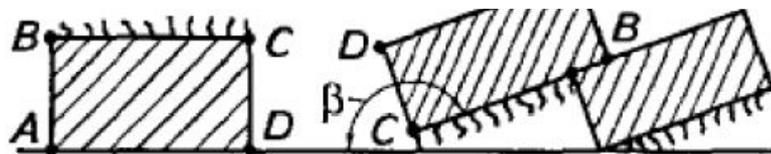
Вспашка-операция отвальной обработки, обеспечивающая оборачивание, крошение, рыхление, частичное перемешивание почвы, подрезание подземных и заделку надземных органов растений, удобрений, семян сорняков, возбудителей болезней и вредителей культурных растений рабочими органами отвальных

Оборот пласта-вспашка с оборачиванием пласта до 180° . Применяется для первичной обработки торфяно-болотных и закустаренных земель.

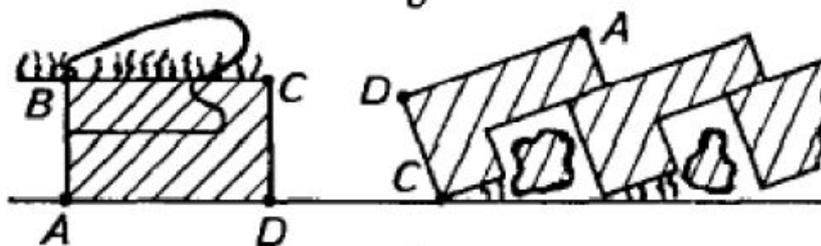


Взмет пласта-вспашка с оборачиванием пласта до 135° , и пласты ложатся один к другому под углом 45° (вспашка плугом без предплужников).

Применяется при перепашке паров, обработке маломощных почв (пахотный слой менее 16-18 см), заделке органических удобрений и мелиорантов.



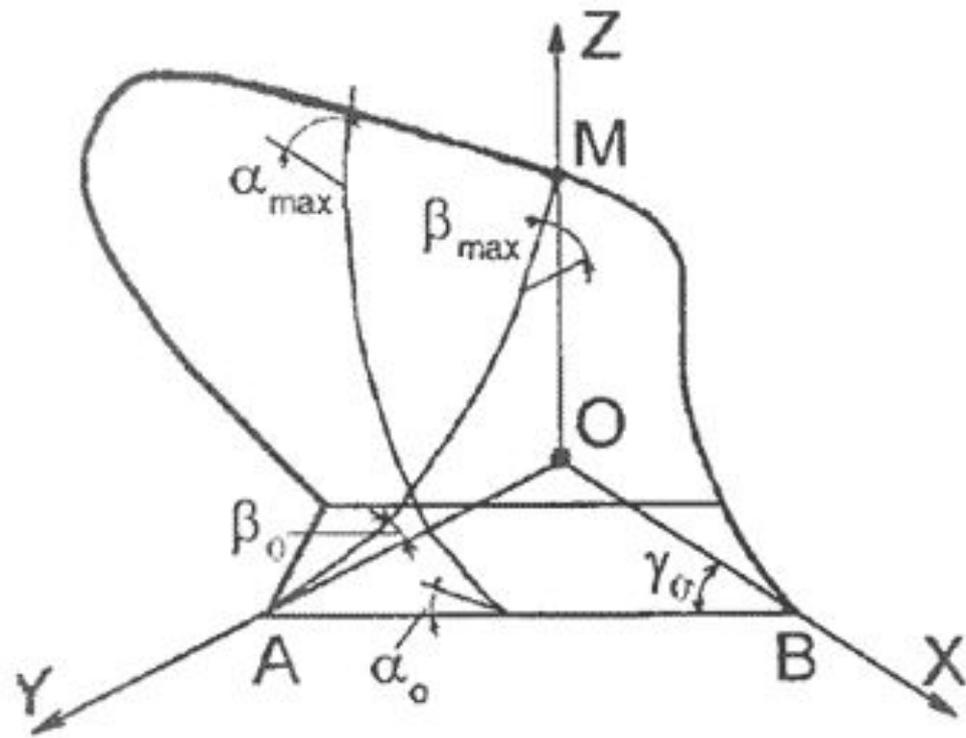
Культурная вспашка-обработка плугами с предплужниками и дисковым ножом.



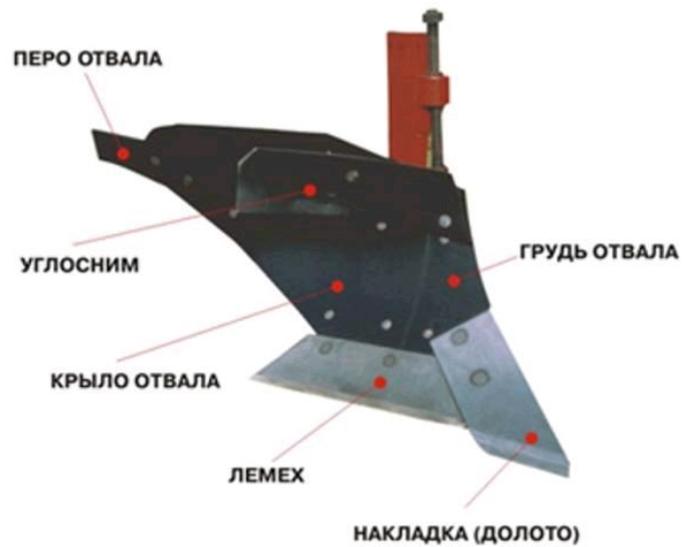
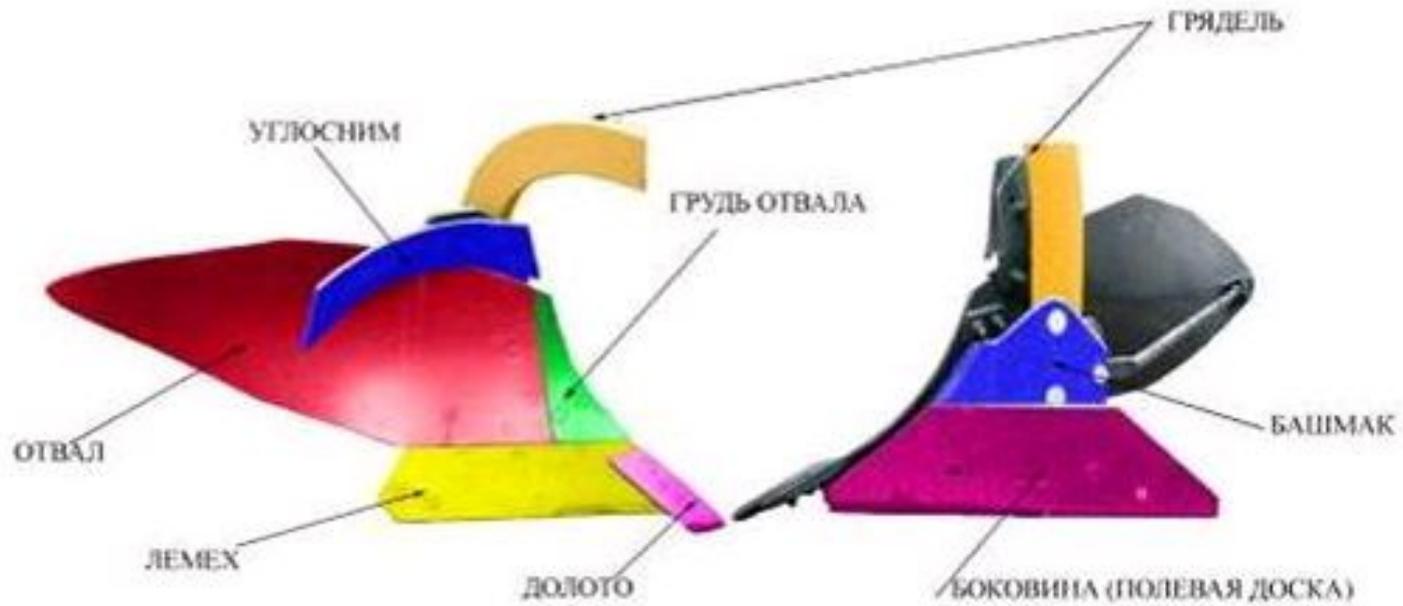
Типы рабочих поверхностей и их характеристики

Агротехнические требования предъявляемые к пахоте:

- допускать отклонение средней глубины пахоты от заданной на выровненных полях и участках не более ± 1 см, а на участках с неровным рельефом и ярко выраженным микрорельефом - не более ± 2 см; глубина пахоты под свальными проходами - не менее половины заданной;
 - полностью заделывать в почву (не менее 95%) удобрения, дернину, пожнивные остатки на глубину 12-15 см от поверхности поля, включая вспушенность почвы;
 - оборачивать пласт без образования пустот;
- создавать мелкокомковатое состояние вспаханного слоя почвы с преобладанием комочков в поперечнике не более 5 см; количество глыб крупнее 10 см при пахоте полей с оптимальной влажностью почвы должно быть не более 15-20%, а с применением комбинированных пахотных агрегатов (плуги с боронами или катками) фракций крупнее 5 см - не более 10-20% всей поверхности поля;
- обеспечивать устойчивый ход плуга по ширине захвата; отклонение величины захвата от конструктивной - не более 10%;
 - борозды должны быть прямые с одинаковыми по ширине и глубине пластинами, поднятыми каждым корпусом; непрямолинейность рядов пахоты ± 1 м на 500 м длины гона;
 - гребнистость поверхности пашни должна быть незначительной; высота свальных гребней и глубина развальных бороздок не более 7 см;
- РЫХЕНИЕ, ОБОРОТ ПЛАСТА И СДВИГ ЕГО В СТОРОНУ - ОПРЕДЕЛЯЮТ ФОРМУ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛУГА**

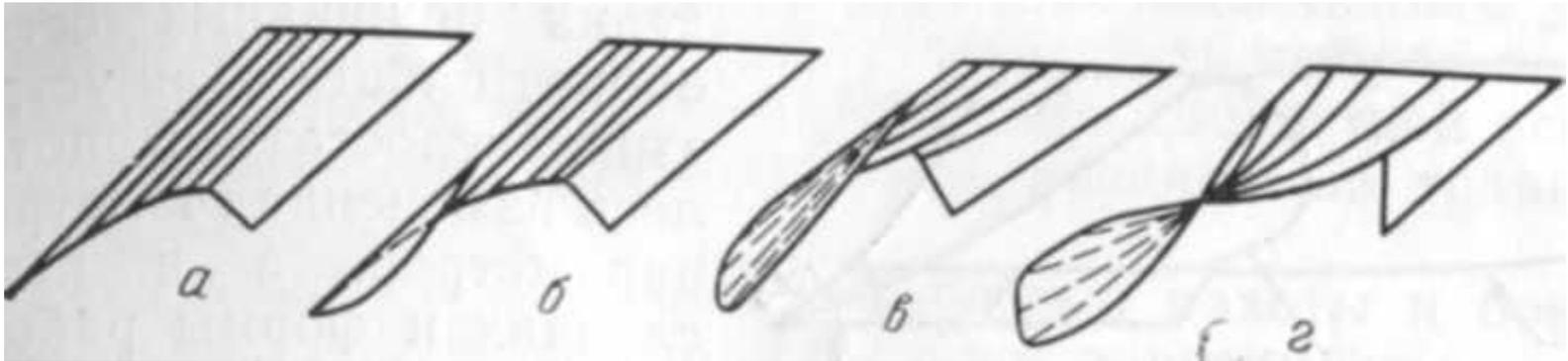


Устройство корпуса плуга



Типы плужных корпусов

- Цилиндрические - хорошо крошат, но не оборачивают пласт
- Культурные корпуса - хорошо крошат, но плохо оборачивают пласт (применяют с предплужниками).
- Полувинтовые корпуса - лучше оборачивают, но хуже оборачивают пласт (развит угол β).
- Винтовые корпуса - хорошо оборачивают. Для сильно задернелых почв (применяют с дисковыми ножами) (развит угол β).
- Скоростные – для пахоты на повышенных скоростях до 10 км/ч (уменьшены углы α и γ)

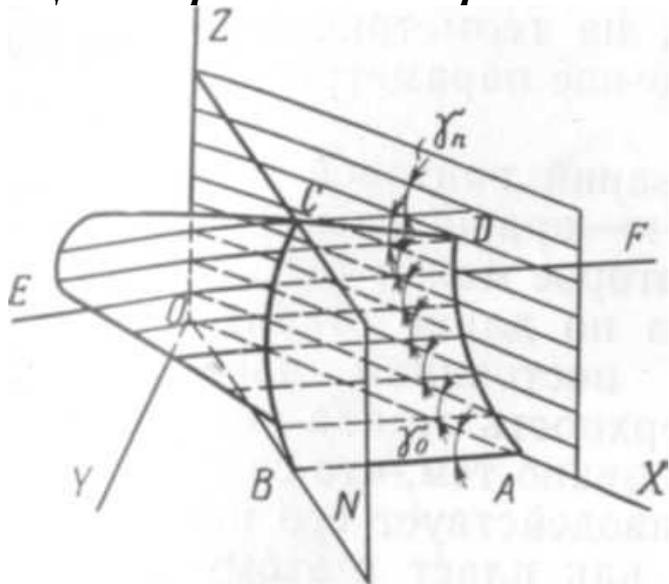


Типы рабочих поверхностей плужных корпусов:

а - цилиндрическая; б - культурная; в - полувинтовая; г - винтовая.

Способы построения рабочих поверхностей корпуса плуга.

Цилиндроидальная рабочая поверхность



Для построения рабочих поверхностей пользуются графическими приемами, выбирая для плужного корпуса подходящие с точки зрения технологических задач вспашки поверхности и, в частности, линейчатые поверхности.

Линейчатая поверхность описывается движением прямолинейной образующей, пересекающей заданные направляющие кривые, соответствующим образом ориентированные в пространстве. Такие поверхности относятся к группе цилиндров.

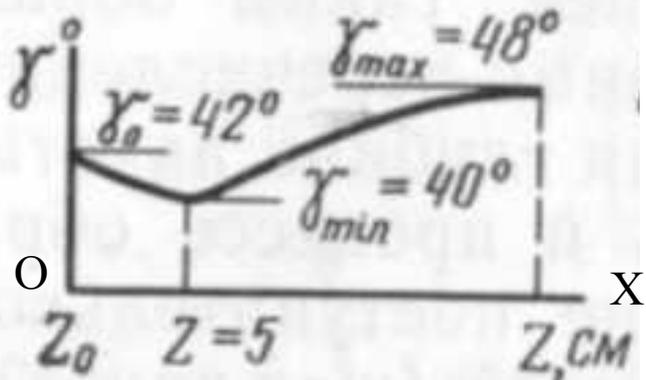
Винтовая рабочая поверхность



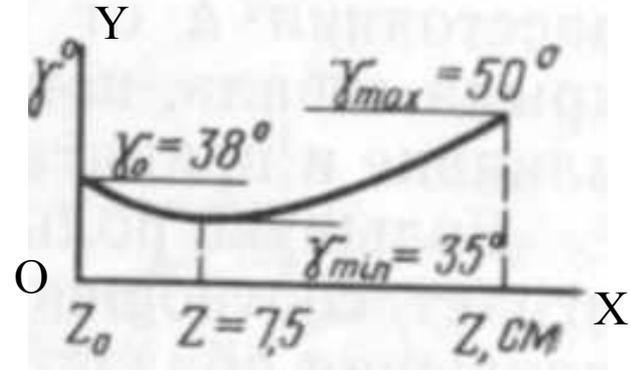
Применительно к плужному корпусу наиболее просто рабочую поверхность можно получить, если перемещать прямолинейную образующую параллельно дну борозды по кривым, расположенным одна в плоскости ZOX стенки борозды, а другая в вертикальной плоскости V , перпендикулярной лезвию лемеха, получается так называемый горизонтальный цилиндрический цилиндр.

Выбор закономерности изменения угла γ и основных параметров направляющей кривой

Y



для культурной поверхности



для полувинтовой поверхности

Закономерность изменения угла γ выражается некоторой функцией

$$\gamma = f(z),$$

где z - координата расположения образующей над горизонтальной плоскостью XOY .

Любое промежуточное значение угла наклона γ_z образующей, расположенной на высоте z равно

$$\text{где } \Delta\gamma = \lambda y \quad \gamma_z = \gamma_{\min} - \Delta\gamma$$

Для культурного отвала принимают закон изменения γ до высоты $z=5$ (стык лемеха с отвалом) – линейным, а от $z=5$ до z параболическим по закону

$$y = \frac{6,2x^2}{x^2 + 100}$$

Значение масштаба λ для культурной поверхности

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

Для полувинтового отвала принимают закон изменения γ до высоты $z=7,5$ (стык лемеха с отвалом) – параболическим

$$y = \frac{x^2}{2p_1}$$

а от $z=7,5$ до z также параболическим по закону

$$y = \frac{x^2}{2p_1}$$

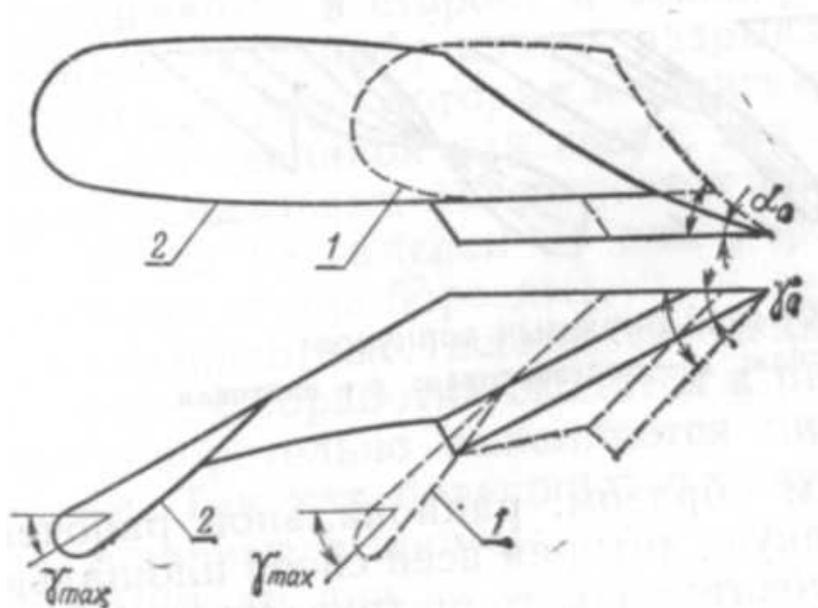
При расчете углов γ для полувинтовых поверхностей принимают $\lambda=1$ град/см².

$2P_1$ и $2P_2$ - параметры парабол

$$2P_1 = \lambda \frac{x_0^2}{y_0} = \lambda \frac{(0 - z_1)^2}{\gamma_0 - \gamma_{\min}}$$

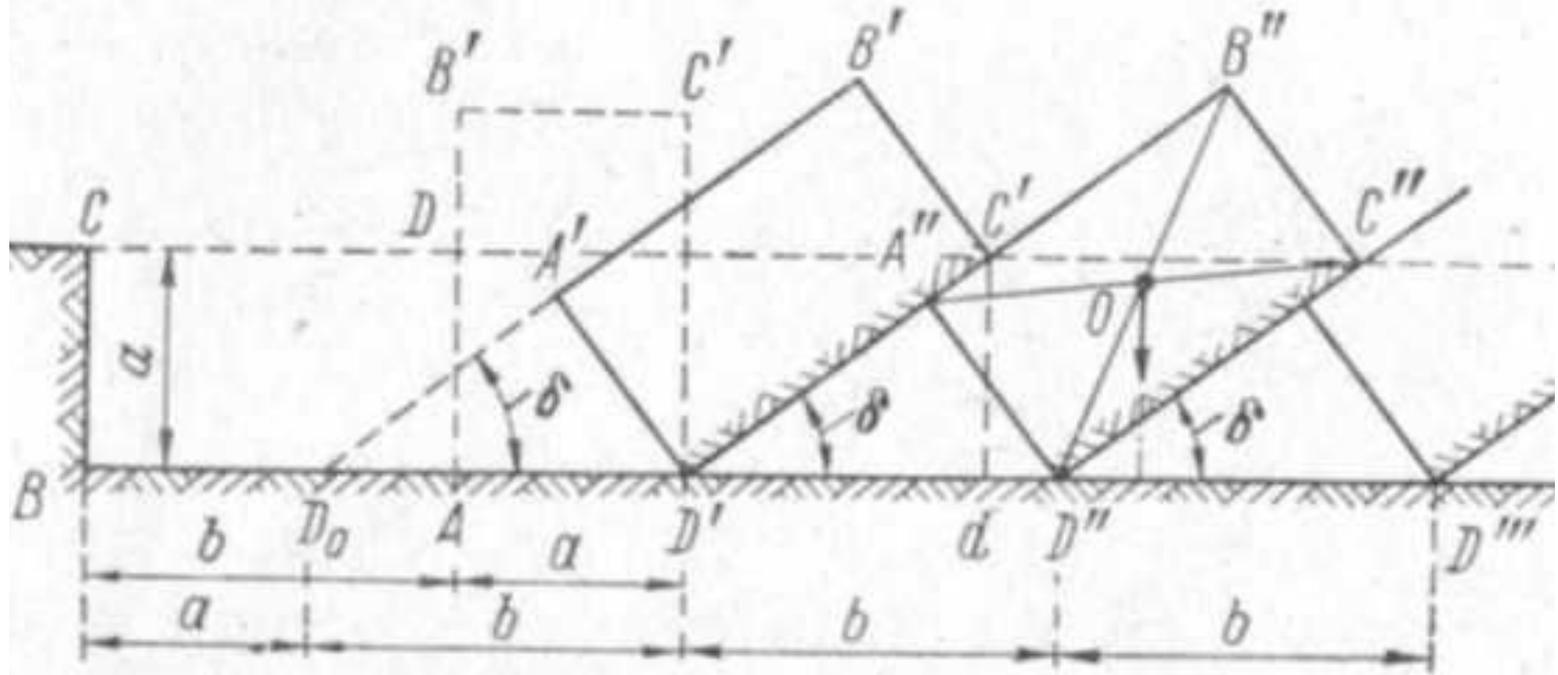
$$2P_2 = \lambda \frac{x_{\max}^2}{y_{\max}} = \lambda \frac{(z_{\max} - z_1)^2}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}$$

Особенности корпусов для скоростной вспашки.



Цилиндроидальные рабочие поверхности плужных корпусов:
1-для традиционной скорости вспашки; 2-для скоростной вспашки.

Схема оборота пласта



a – глубина отвального пласта **b** – ширина отвального пласта

δ – угол наклона отвального пласта к горизонту

Исходное положение сечения пласта представляется прямоугольником

ABCD с размерами **a** и **b**.

Из подобия треугольников $D'B'C$ и $D'A''D''$ следует, что

$$\frac{a}{b} = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} = \sin \delta$$

Приняв

$$b/a = k$$

$$\sin \delta = 1/k$$

Получим

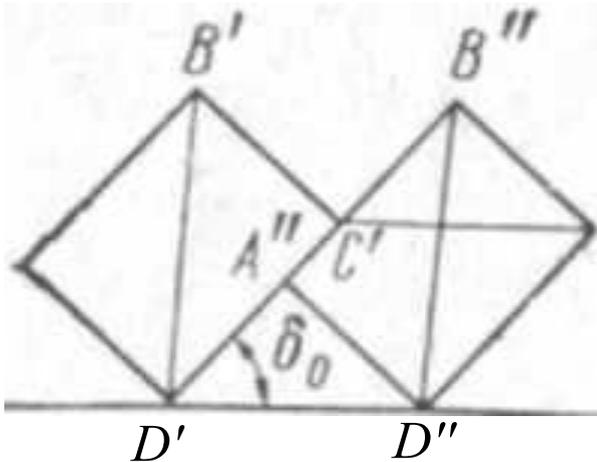
$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\sqrt{(1/k)^2 + 1}}$$

преобразовав и решив это уравнение найдем

$$1/k = \sin \delta = 0,79 \text{ или } k_{np} = 1,27$$

Для заданного корпуса с шириной захвата b значение k_{np} определяет максимальную глубину вспашки

$$a_{\max} \leq b/1,27 \approx 0,8b$$



Предельное положение пласта (неустойчивое положение) будет такое, когда диагональ $D''B'$ располагается вертикально

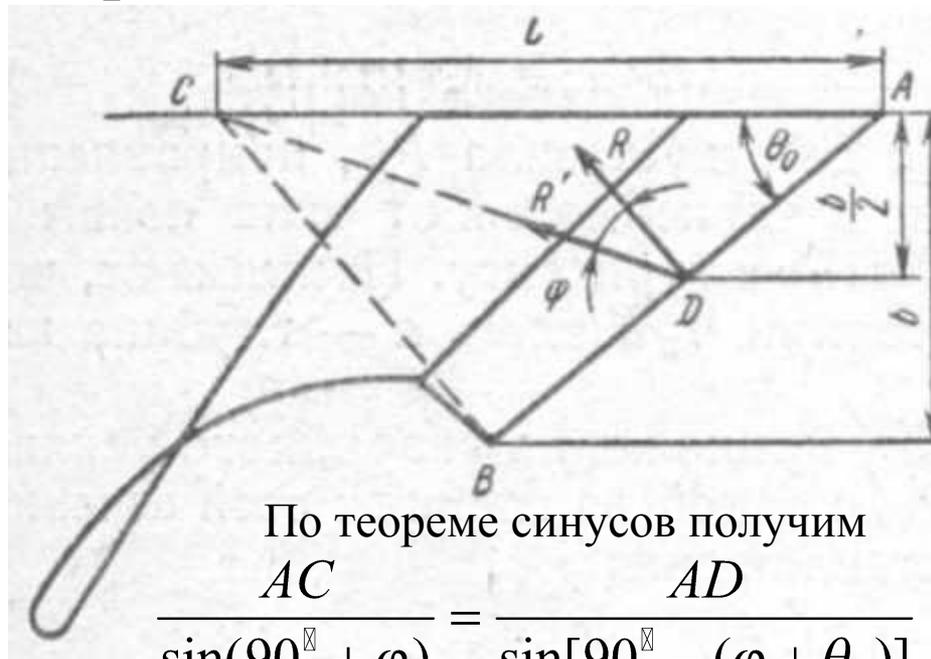
k_{np} определяет предельный наклон пласта, т. е.

$$\delta_0 = \arcsin 0,79 = 52^\circ \text{-угол при котором пласт}$$

Для нормальной ^{правильно уложен} устойчивости укладки пласта

необходимо чтобы $k \geq 1,27$

Определение длины полевой доски



По теореме синусов получим

$$\frac{AC}{\sin(90^\circ + \varphi)} = \frac{AD}{\sin[90^\circ - (\varphi + \theta_0)]}$$

или

$$\frac{AC}{AD} = \frac{\sin(90^\circ + \varphi)}{\sin[90^\circ - (\varphi + \theta_0)]} = \frac{\cos \varphi}{\cos(\varphi + \theta_0)}$$

где φ – угол трения почвы о поверхность лемеха;

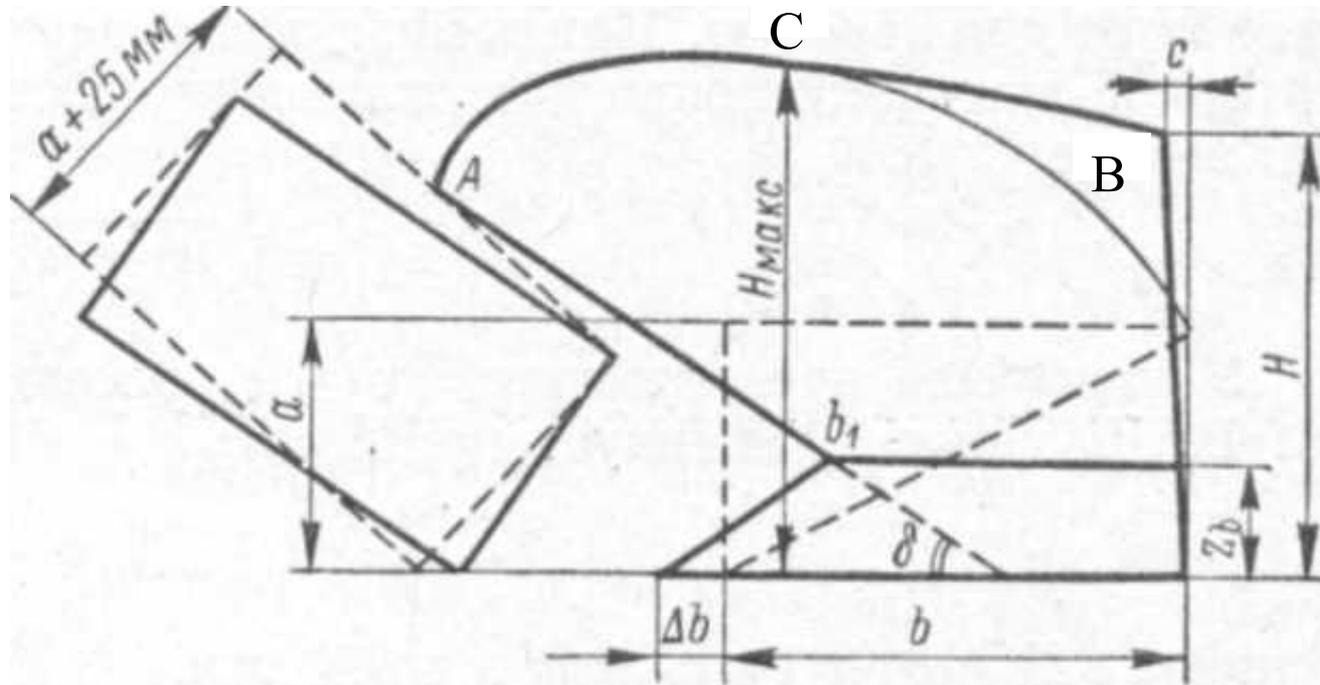
θ_0 – угол установки лемеха к стенке борозды

Подставив в последнее выражение значения $AC = l$ и $AD =$

$b/(2\sin\theta_0)$ после преобразования, получим

$$l = \frac{b \cos \varphi}{2 \sin \theta_0 \cos(\varphi + \theta_0)} \quad \text{где } b \text{ – ширина захвата корпуса}$$

Лобовой контур рабочей поверхности корпуса плуга



Номинальную ширину захвата корпуса по лемеху принимают $b' = b - \Delta b$

Для обеспечения перекрытия между соседними корпусами, примем $\Delta b = 2...4 \text{ см}$

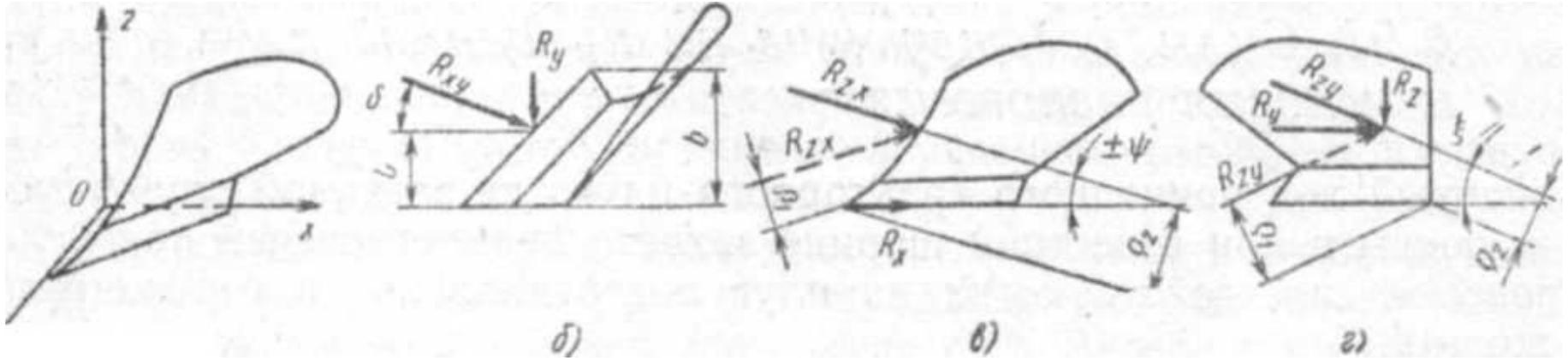
Проекцию полевого обреза рабочей поверхности располагают с отклонением в сторону пашни на величину $c = 0,5...1,0 \text{ см}$

Высота полевого обреза $H = b + \Delta$ ($\Delta = 1,0...2,0 \text{ см}$)

$$H_{\text{макс}} = \sqrt{a^2 + b^2} + \Delta H$$

где $\Delta H = 0...2 \text{ см}$

Силы, действующие на корпус плуга



$$R = R_{xy} + R_{xz} + R_{zy} = R_x + R_y + R_z$$

В горизонтальной плоскости проекции на корпус действует сила $R_{xy} = R_x$

$$R_x = \eta \cdot k \cdot a \cdot b$$

где η – КПД плуга, k – удельное сопротивление почвы, a – глубина пахоты, b – ширина захвата корпуса.

Составляющие R_y и R_z принимаются в пропорции от R_x

$$R_y = \frac{1}{3} R_x \quad R_z = \pm 0,2 R_x$$

Тяговое (рабочее) сопротивление плуга

При работе плуга энергия расходуется на преодоление сопротивлений, возникающих при перемещении их рабочих и вспомогательных частей в почве.

Эти сопротивления разделяют на две категории — полезные и вредные.

Полезные сопротивления — деформации и разрушения почвенного пласта.

Вредные сопротивления — сопротивления возникающие в опорах (сопротивление перекачиванию колес, трение полевых досок о стенку и дно борозды и др.)

Сила тяги — это сила, приложенная к прицепной скобе трактора и определяющая силовое воздействие плуга на трактор.

Силу тяги P прицепных плугов можно разложить на три составляющие: горизонтальную P_x , вертикальную P_z и поперечную P_y ,

$$P = P_x + P_y + P_z.$$

Горизонтальную составляющую P_x , параллельную направлению движения, обычно называют *тяговым сопротивлением*.

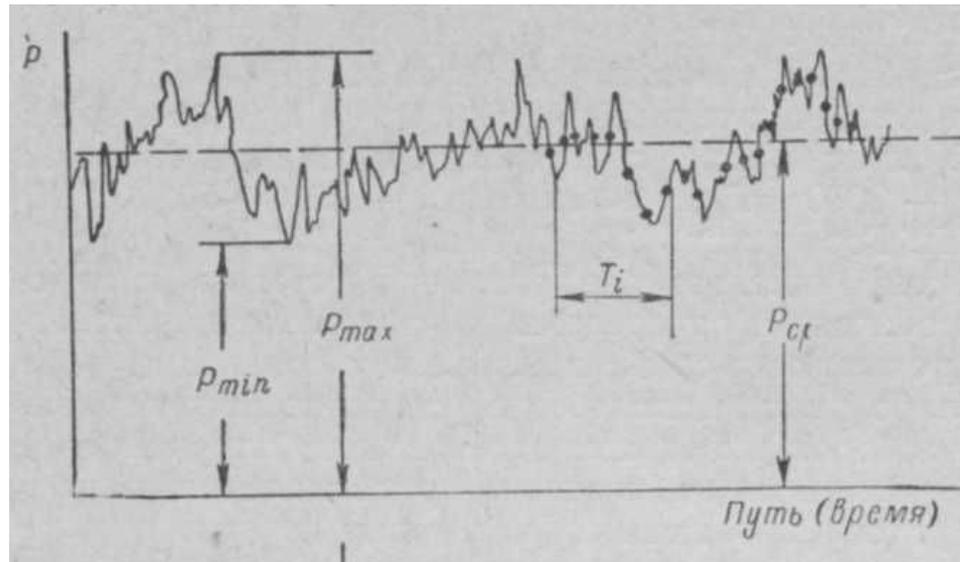
$$P_x = fG + knab + \varepsilon nabv^2 \quad \text{формула акад. В. П. Горячкина}$$

где G — масса плуга; n — число корпусов; v — скорость движения плуга; a, b — размеры сечения пласта; f, k — коэффициенты пропорциональности; ε — скоростной коэффициент.

Коэффициент полезного действия плуга

$$\eta = \frac{kabn + \varepsilon abnv^2}{fG + kabn + \varepsilon abnv^2} = \frac{P_x - fG}{P_x} = 1 - \frac{fG}{P_x}$$

Динамометрирование плугов



$$\delta_{\delta} = \frac{P_{max} - P_{min}}{P_{cp}} \quad \text{степень неравномерности}$$

$$\nu = \frac{P_{max}}{P_{cp}} \quad \text{коэффициент вариации}$$

$$P_{расч} = \nu P_{cp}$$

Машины для поверхностной обработки почвы

Бороны, катки, культиваторы, фрезы, комбинированные агрегаты

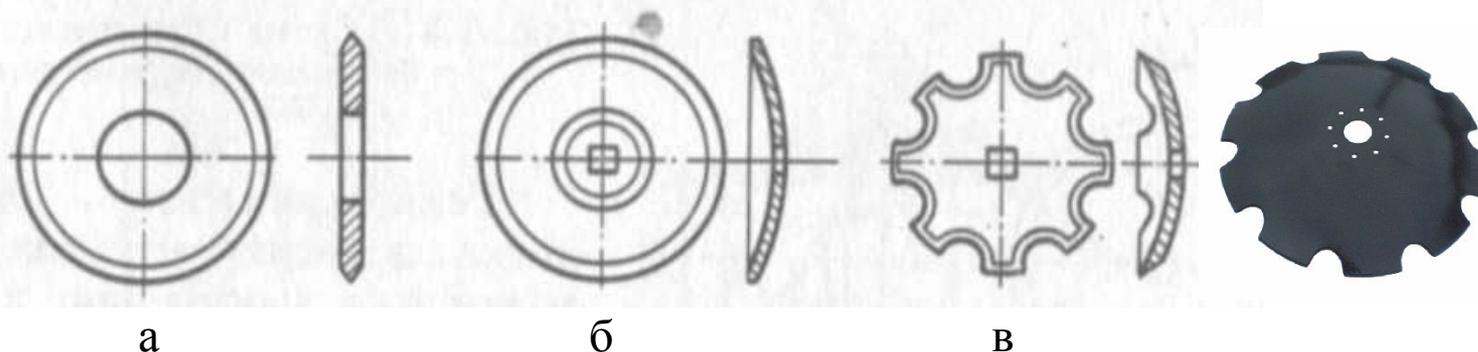
Назначение – подготовка почвы для посева и посадки, уход за растениями.

Рабочие органы: диски, лампы, рабочие органы лемешного типа (окучники), зубья

Дисковые рабочие органы

Дисковые плуги, дисковые бороны, дисковые луцильники, картофеле сажалки, картофеле копалки, грядоделатели и т.д.

	Глубина обработки, см	Угол атаки, °
Дисковые плуги	25...35	40...45
Дисковые бороны	10...20	10...25
Дисковые луцильники	4...10	30...35



Типы дисковых рабочих органов: а – плоски; б – сферический; в – вырезной

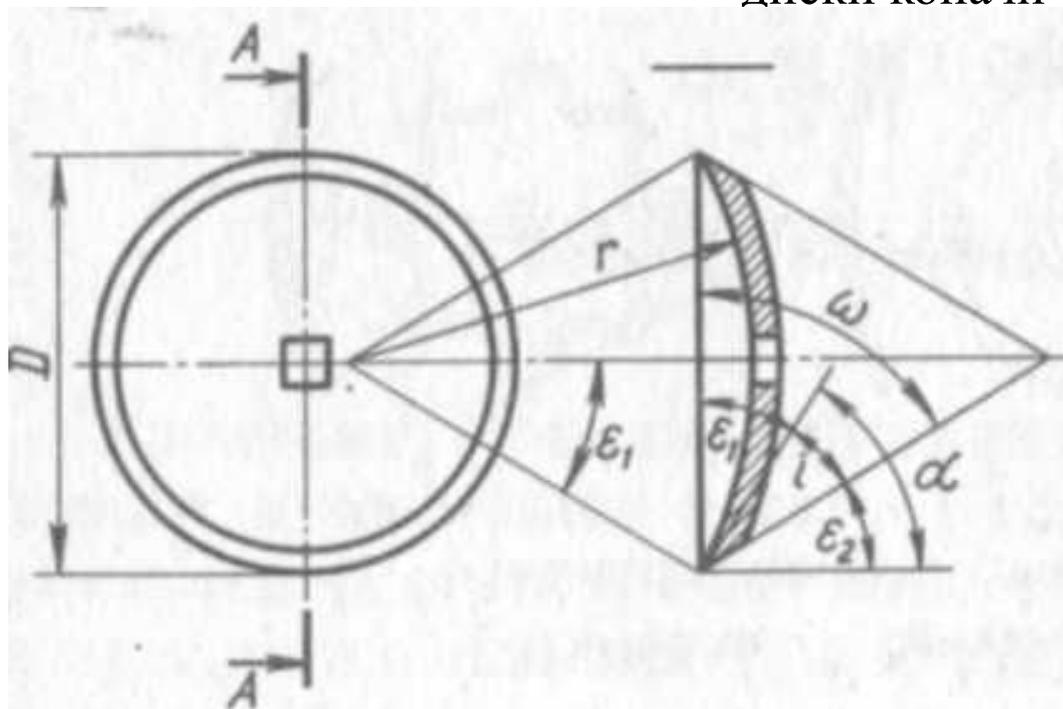
Геометрические характеристики сферических дисков

Диаметры дисков: дисковые плуги – 610...810 мм;

дисковые бороны – 450...660 мм;

луцильники – 450...610 мм;

диски копачи – 680 мм



i – угол заточки, 10...25°;

ε_2 – угол зазора (затылочный), для нормальной работы диска на глубине необходимо $\varepsilon_2 > 0$

r – радиус кривизны

$2\varepsilon_1$ – угол при вершине сектора

α – угол резания

$$\alpha = i + \varepsilon_2$$

Между глубиной пахоты a и диаметром диска D существует зависимость

$$D = ka$$

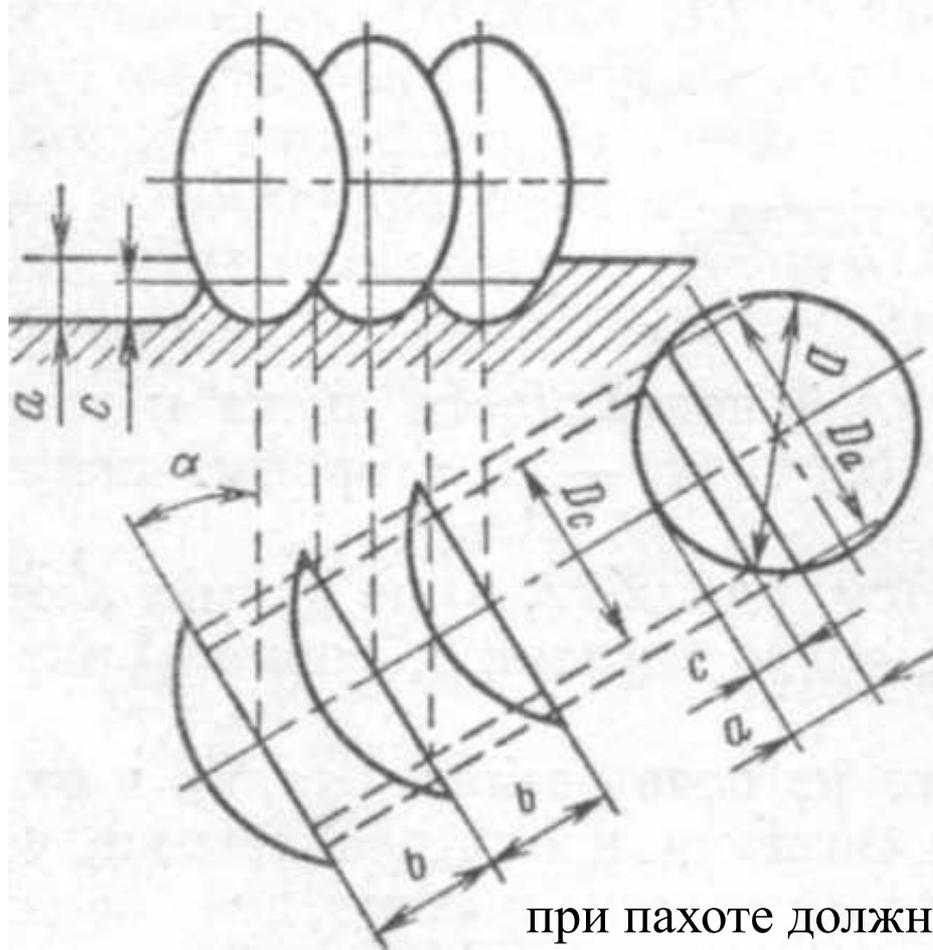
При угле $2\varepsilon_1$ у вершины сектора диска имеем

$$D = 2r \sin \varepsilon_1$$

где k – коэффициент, для плугов 3-3,5; для борон 4-6; для луцильников 5-6.

Характер действия сферических дисков на почву зависит также и от расстояние между дисками вдоль оси секции b , угла атаки α , скорости движения агрегата V . От них же зависит и формы дна борозды.

Во избежание заклинивания пласта, отдельных глыб, комков почвы между дисками размер b принимают больше глубины хода дисков, т. е. $b > 1,5a$.



$$b \cdot \cos \alpha = D_{\text{н}} \cdot \sin \alpha$$

или

$$D_c = b \operatorname{ctg} \alpha$$

также

D_c можно определить из следующего геометрического соотношения:

$$D_c = 2\sqrt{c(D - c)}$$

подставляя D_c получаем

$$c = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - b^2 \operatorname{ctg}^2 \alpha}$$

при пахоте должно быть $c \leq 0,4a$, при лушении $c \leq 0,5a$.

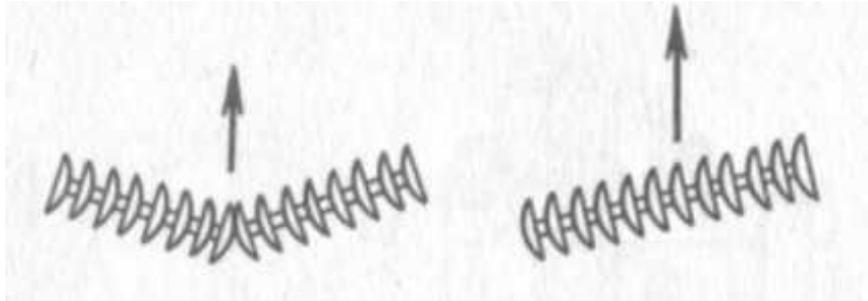
Решая совместно уравнения получаем

$$b \cos \alpha = 2 \sin \alpha \sqrt{c(D - c)}$$

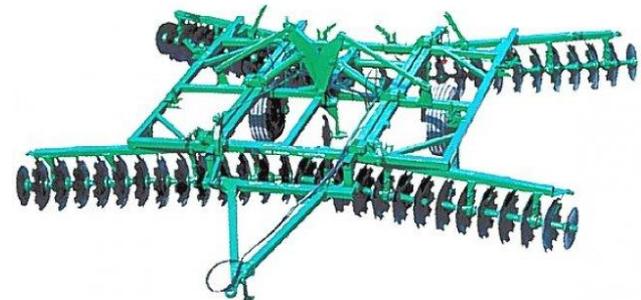
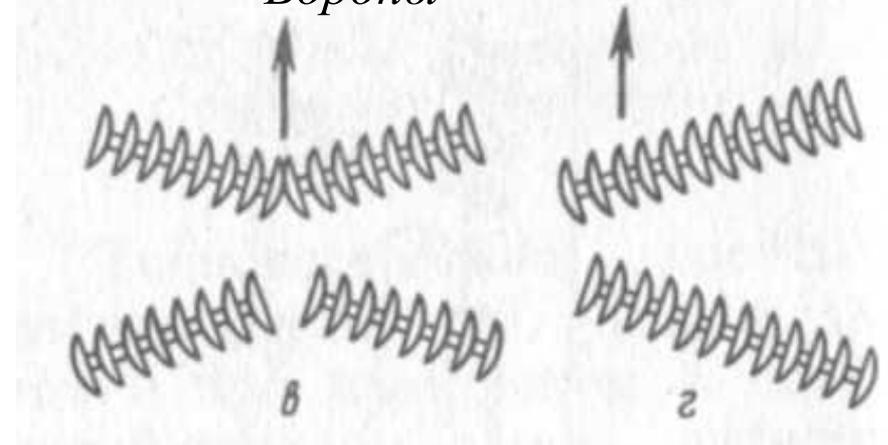
отсюда определим расстояние между дисками **b**

$$b = 2 \operatorname{tg} \alpha \sqrt{c(D - c)}$$

*Варианты соединения дисковых
батарей
Катки*



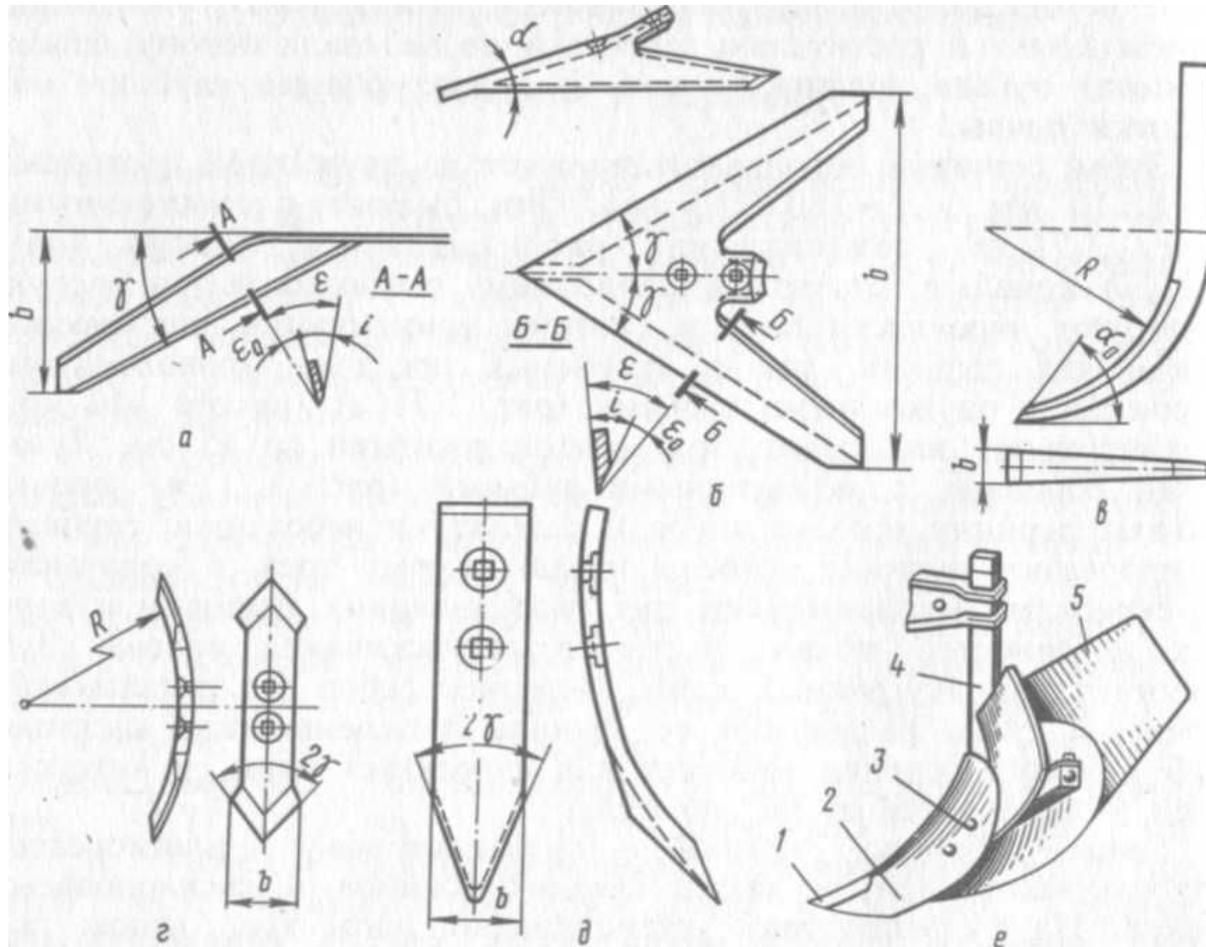
Бороны



Культиваторы

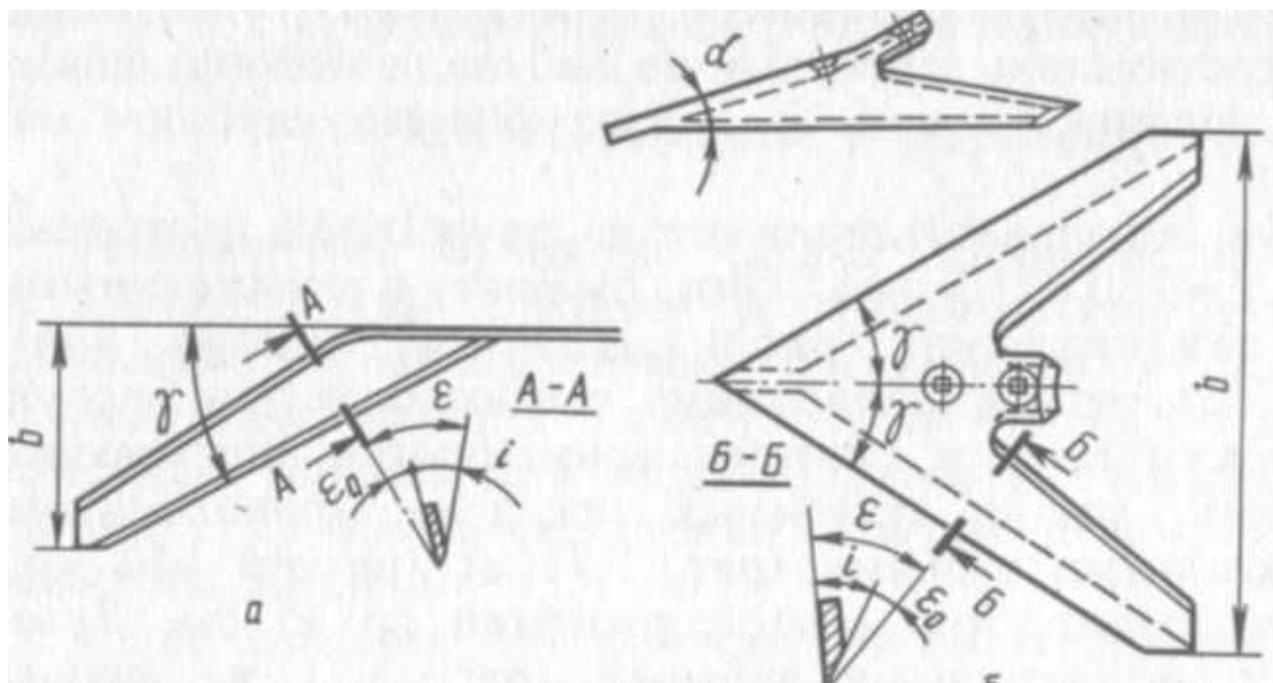
Паровые – для сплошной обработки
ПОЧВЫ

Пропашные – для междурядной



Типы лап культиваторов:

а - односторонняя плоскорежущая (бритва); б - стрелчатая универсальная;
в - долотообразная рыхлительная; г-оборотная; д - копьевидная; е - окучивающая



Плоскорежущая лапа

Стрельчатая универсальная лапа

У плоскорежущих лап угол крошения $\varepsilon = 18^\circ$ ($\alpha \approx 9 \dots 10^\circ$).

Универсальные лапы имеют $\varepsilon = 28 \dots 30^\circ$ ($\alpha \approx 16^\circ$)

b – ширина захвата

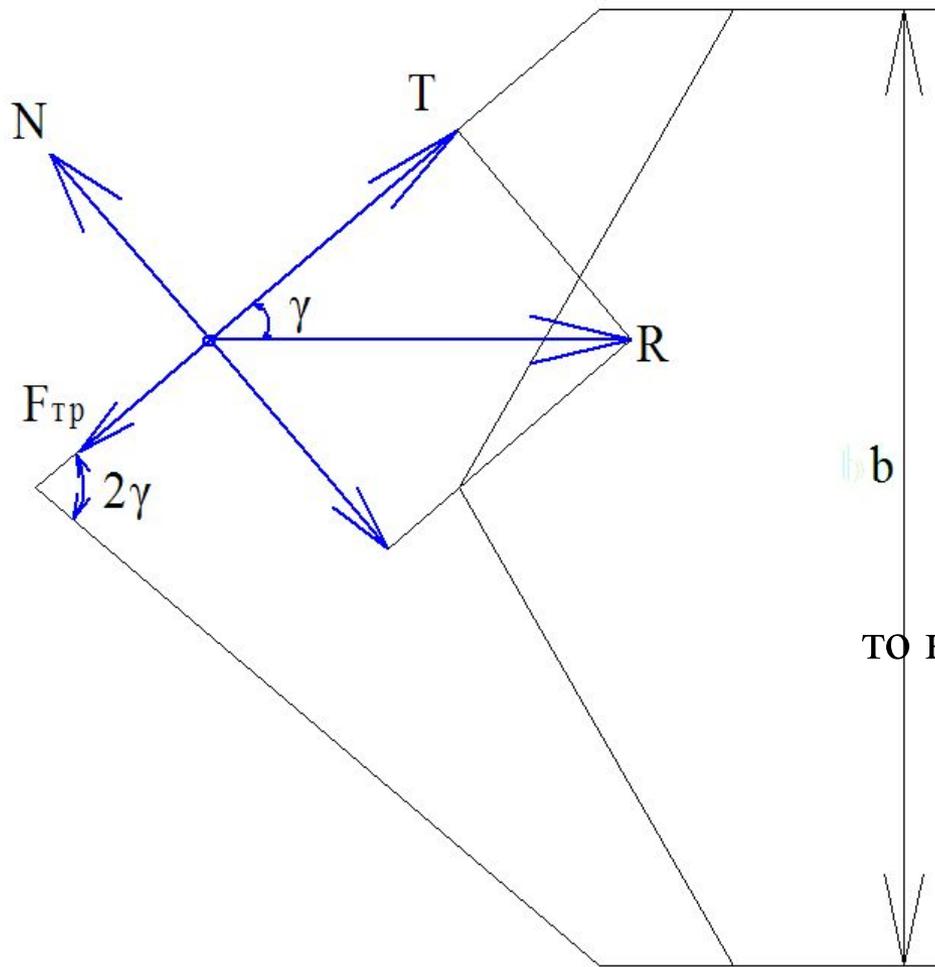
2γ – угол раствора,

ε – угол крошения,

i – угол заострения лезвия.

Угол раствора 2γ стрельчатой лапы обусловлен стремлением обеспечить хорошее подрезание сорняков и устранить обволакивание лапы растительными остатками.

Лапа при движении в почве встречается ее стеблем, сопротивление R дает составляющую T , которая стремится придвинуть стебель вдоль лезвия



**Условие скольжения стебля
вдоль лезвия**

$$F = N \operatorname{tg} \varphi < T$$

где φ – угол трения

так как

$$N = R \sin \gamma$$

и

$$T = R \cos \gamma$$

то неравенство приводится к условию

$$\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \gamma < 1$$

откуда

$$\gamma < (90^\circ - \varphi)$$

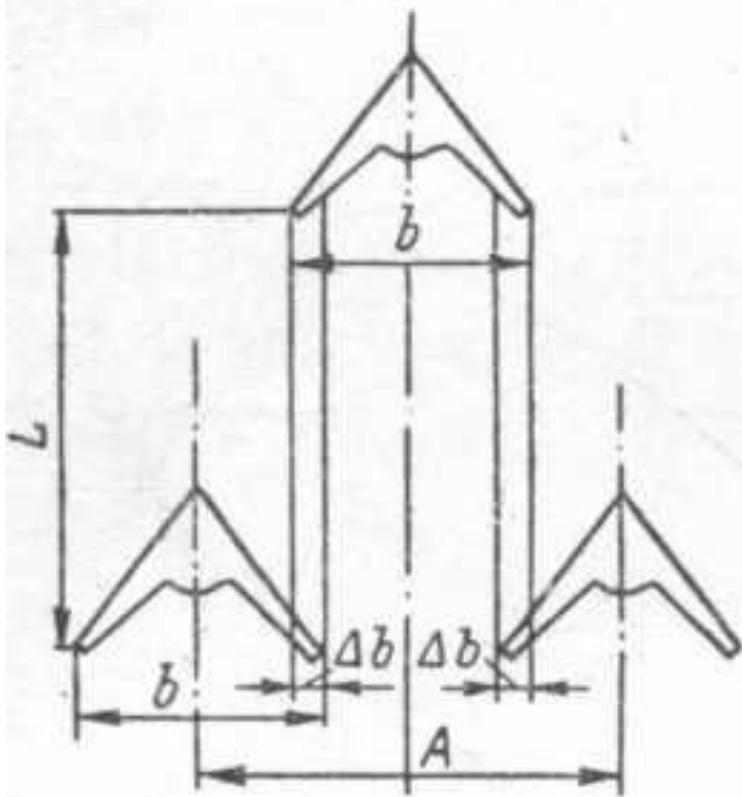
$2\gamma = 75 \dots 80^\circ$ – легкие почвы

$2\gamma = 55 \dots 60^\circ$ – черноземные

ПОЧВЫ

Размещение лап на раме культиватора

Стрельчатые лапы на паровых культиваторах размещают с учетом перекрытия $\Delta b = 4 \dots 8$ см.



При ширине захвата b лап расстояние между лапами в ряду

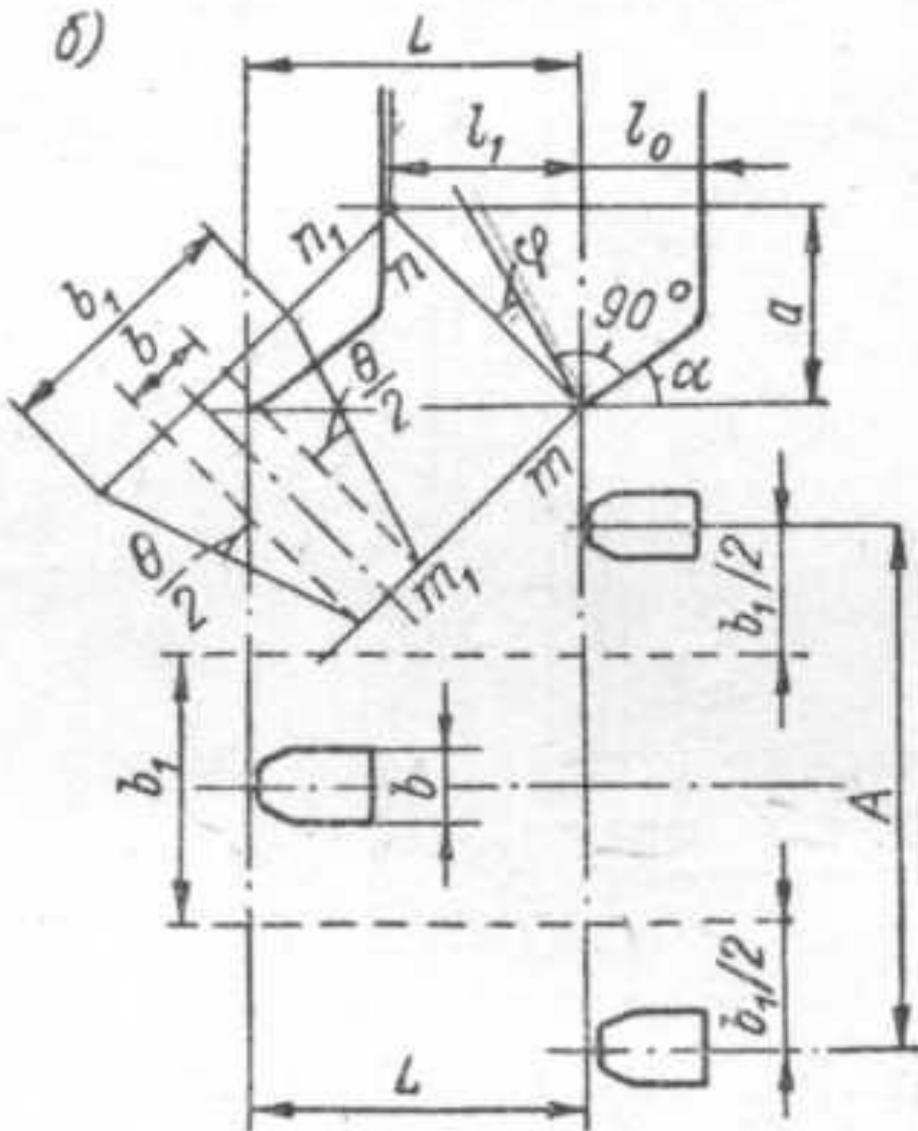
$$A = 2 (b - \Delta b)$$

При n лапах ширина захвата культиватора

$$B = bn - \Delta b (n - 1)$$

Расстояние L между рядами стрелчатых лап выбирают из условия предотвращения забивания культиватора растительными остатками, рекомендуется $L = 50$ см.

Рыхлительные лапы размещают с учетом возможной зоны деформации почвы лапой b_1



$$b_1 > b$$

φ – угол трения

$$b_1 = b + 2mntg \frac{\theta}{2}$$

так как

$$mn = \frac{a}{\cos(\varphi + \alpha)}$$

то

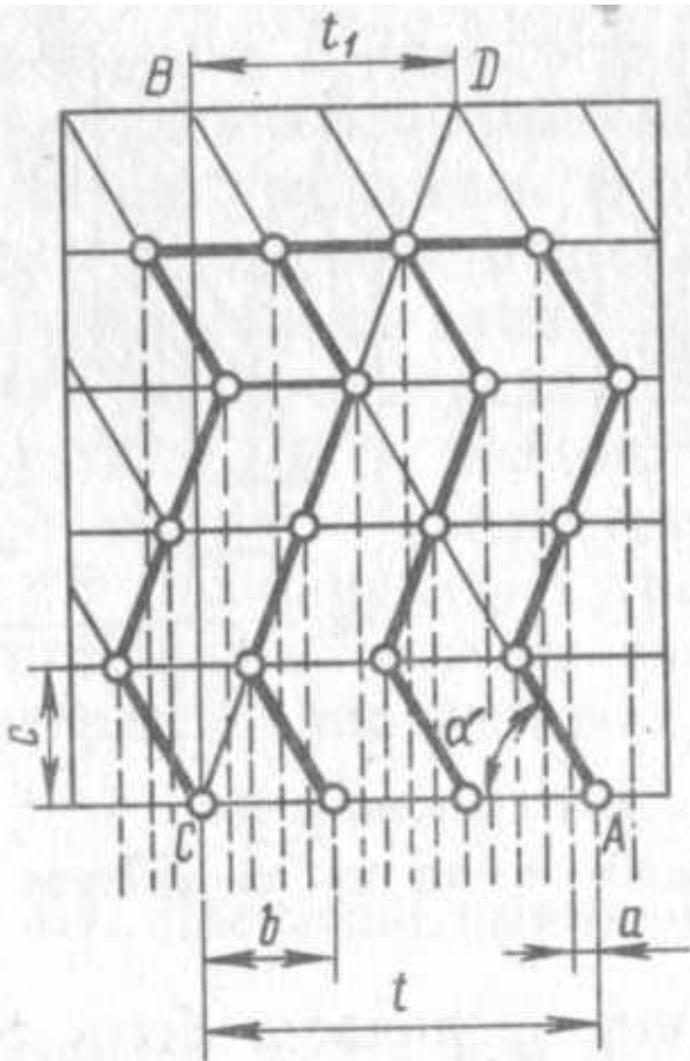
$$b_1 = b + \frac{2atg\theta / 2}{\cos(\varphi + \alpha)}$$

где α – угол входа лапы в почву;

a – глубина хода лапы

Зубовые бороны.

Для равномерной обработки почвы зубья борон необходимо располагать так, чтобы каждый зуб проводил самостоятельную бороздку и расстояние между соседними бороздками было одинаковым.



Пусть AB - развертка винтовой линии на плоскость.

Тогда шаг винта

$$t = AB \cos \alpha,$$

где α - угол наклона винтовой линии к образующим цилиндра.

У многоходового винта

$$t = kb,$$

где k - число ходов;

b - смещение одной развернутой винтовой линии относительно другой.

Каждый зуб прodelывает отдельную бороздку, когда число M поперечных планок и число k ходов взаимно простые, т. е. не имеют общего множителя. Как правило, $M = 5$, $k = 3$.

Так как $M = k + k_1$, то $k_1 = 2$

Число междурядий на отрезке b равно числу M поперечных планок (рядов зубьев).

следовательно,

$$b = M \cdot a,$$

где a – расстояние между соседними следами (междуследие).

Число зубьев

$$z = M \cdot N$$

где N – число продольных зигзагообразных планок

Длина бороны

$$L = AB \cdot M$$

Ширина захвата бороны

$$B = M \cdot N \cdot a$$

Машины с активными ротационными рабочими органами (фрезы)

К ротационным относят машины, рабочие органы которых приводятся во вращение от вала отбора мощности (ВОМ) трактора или другого источника энергии.

Машины с активными рабочими органами предназначены для сплошной обработки почвы (ротационные плуги, фрезы, бороны) и для междурядной обработки пропашных культур (фрезы, копатели).



сплошная обработки почвы



междурядной обработки пропашных культур

Фрезы применяют для интенсивного крошения почвы, уничтожения сорняков, измельчения растительных остатков, перемешивания слоев почвы, заделки удобрений и выравнивания поверхности поля.

Классификация фрез

► по способу агрегатирования с трактором:

навесные



прицепные

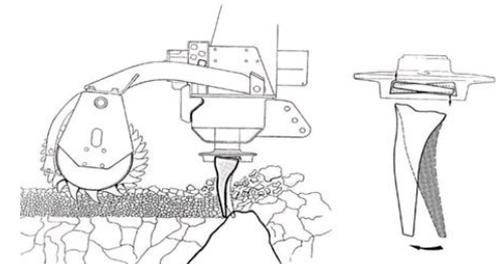
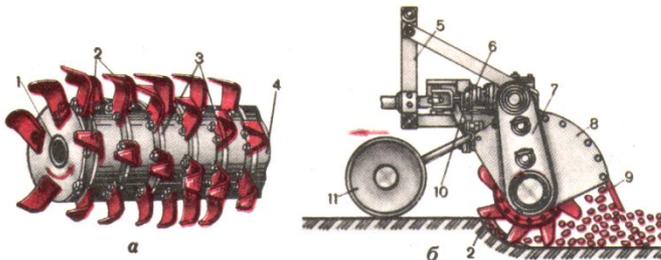


► по расположению оси вращения барабана фрезы

горизонтальная ось вращения
барабана



вертикальные ось вращения
барабана :



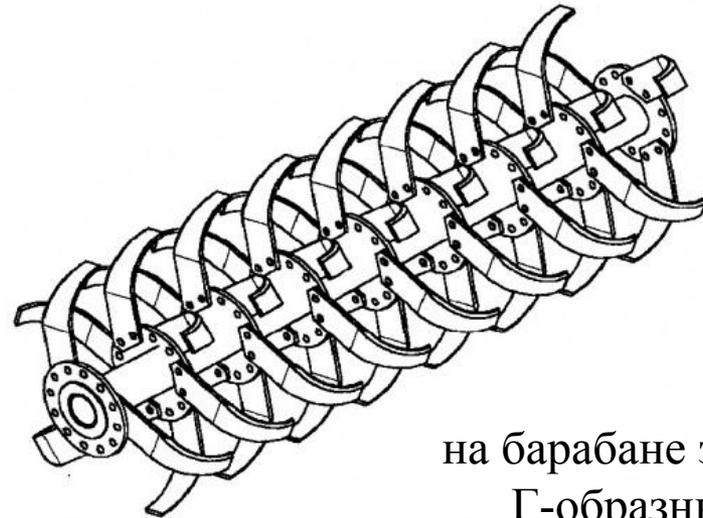
► по назначению

полевые, болотные, лесные, садовые, пропашные.

Рабочий орган фрезы – ротор или барабан, вращающийся от ВОМ трактора вокруг горизонтальной или вертикально оси.



на роторе закреплены
прямые ножи с
заостренными
режущими кромками,



на барабане закреплены
Г-образные ножи

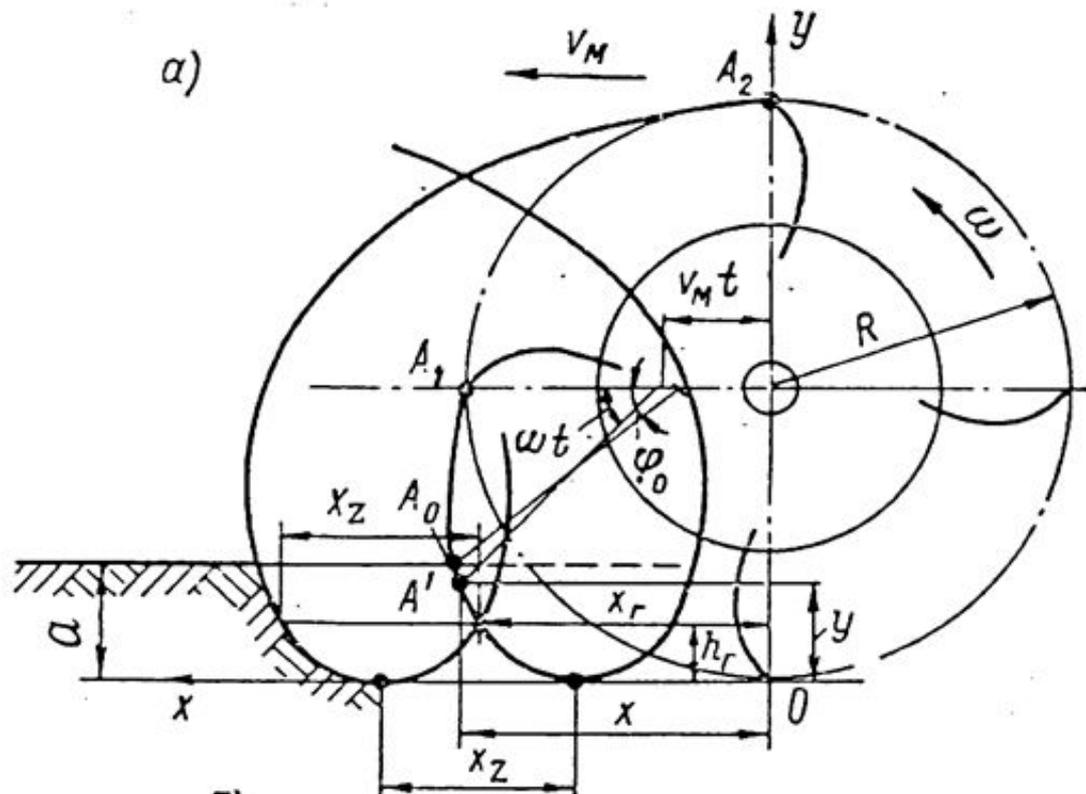
Рабочие органы фрез совершают сложное движение: поступательное (переносное) и вращательное (относительное). Траектория движения какой-либо точки рабочего органа представляет собой циклоиду.



Кинематика рабочих органов почвенной фрезы

Траектория абсолютного движения ножа фрезы

При работе фрезы любая точка ножа совершает сложное движение, а именно: вращательное с частотой ω вокруг оси барабана и поступательное со скоростью V_M агрегата.



Координаты точки A'

$$x = V_M t + R \cos \omega t$$

$$y = R(1 - \sin \omega t)$$

$$V_x = \frac{d_x}{dt} = V_M - R\omega \sin \varphi_0$$

Анализ уравнения движения

1. В момент входа ножа в почву конец его A_0 имеет ординату y , равную глубине обработки h .

Угол поворота ножа $\varphi_0 = \omega t_0$ в этот момент найдем из уравнения

$$\sin \varphi_0 = 1 - \frac{h}{R}$$

где R – радиус барабана

Коэффициент использования размеров фрезы

$$m = h / R$$

2. В момент входа ножа в почву абсолютная скорость его направлена вертикально вниз. Глубина обработки в этот момент, считается оптимальной

$$V_x = 0, h = h_{opt}$$

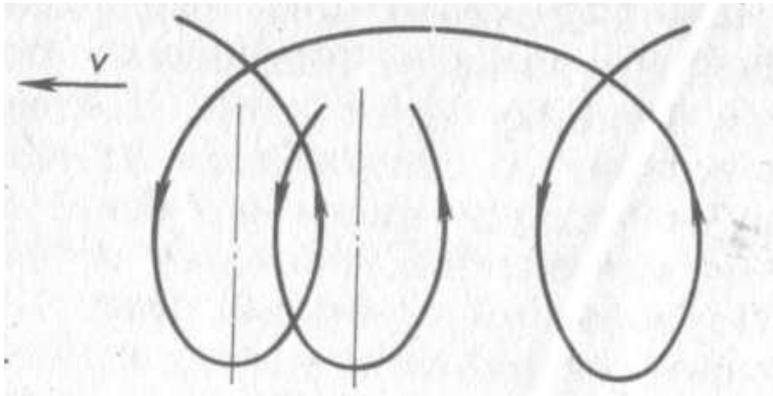
$$V_x = \frac{d_x}{dt} = V_m - R\omega \sin \varphi_0 = 0$$

тогда

$$\sin \varphi_0 = \frac{V_m}{R\omega}$$

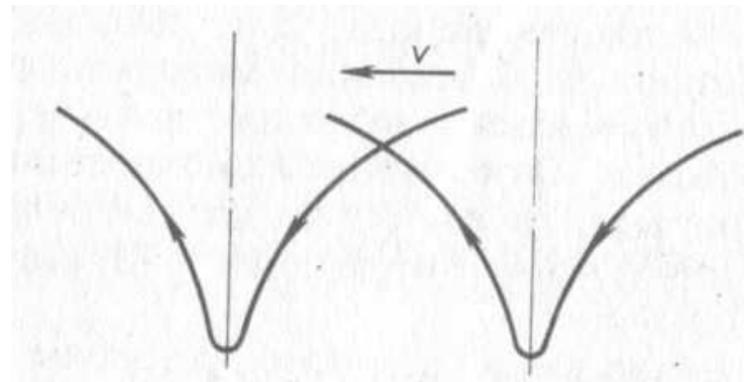
Показатель кинематического режима

$$\lambda = \frac{\omega R}{V_m} \quad \text{или} \quad \lambda = \frac{1}{1 - m}$$



траектория при $\lambda > 1$

$$V_m < \omega$$

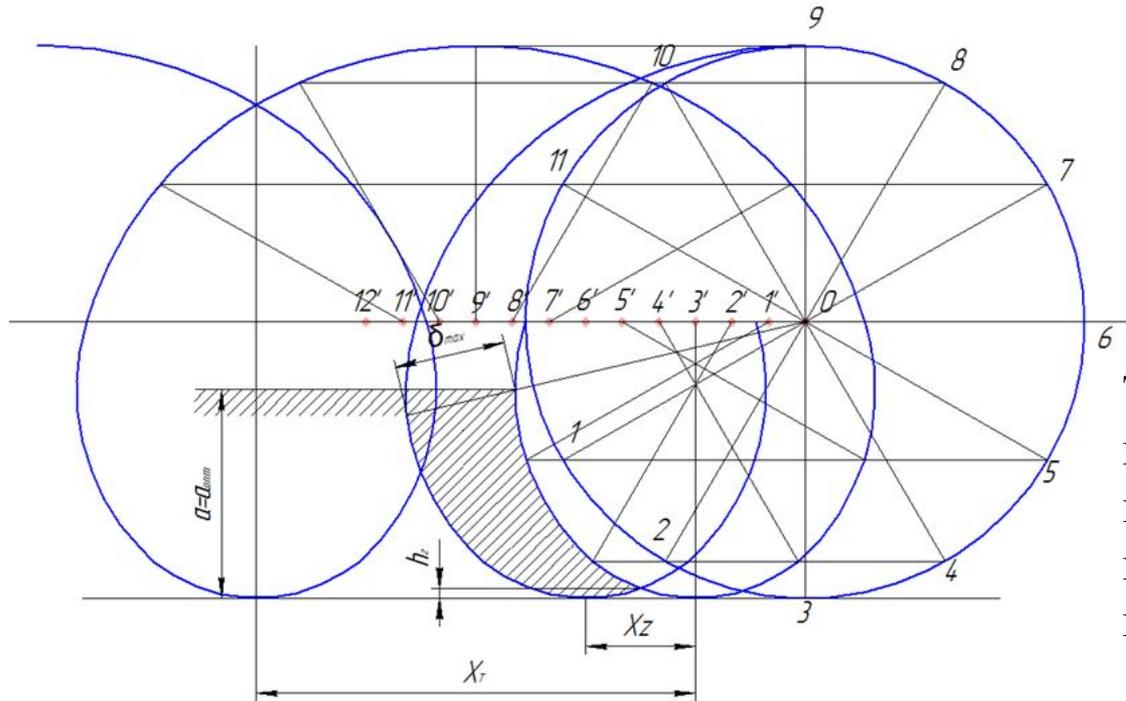


траектория при $\lambda < 1$

$$V_m > \omega$$

Подача фрезы

Подача фрезы (X_T) – путь пройденный машиной за один оборот барабана



$$X_T = V_m \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{\lambda}$$

Толщина почвенной стружки фрезы

Толщину стружки δ определяют по направлению радиуса R , причем наибольшую толщину δ_{max} стружка имеет в точке контакта предыдущего ножа с поверхностью поля.

$$\delta_{max} = X_z \cos \varphi_0$$

с учетом значения φ_0

$$\delta_{max} = X_z \sqrt{2m - m^2}$$

В результате работы фрезы на дне борозды остаются гребешки высотой h_2 .

$h_2 = f(\lambda)$ – высота почвенного гребешка изменяется в зависимости от режимов работы фрезы.

Подача на нож фрезы

Подача на нож фрезы (X_z) – это расстояние между двумя одноименными точками двух соседних траекторий

$$X_z = \frac{X_T}{z} = \frac{2\pi R}{\lambda z}$$

Силовая и энергетическая характеристика фрез

Мощность необходимая для работы фрезы

$$N = N_{\Pi} + N_{\phi} + N_{тр}$$

где N_{Π} – мощность расходуемая на перемещение фрезы;

N_{ϕ} – мощность расходуемая на фрезерование;

$N_{тр}$ – мощность необходимая на преодоление сил сопротивления

Мощность расходуемая на перемещение фрезы

$$N_{\Pi} = fGV_m$$

где f – коэффициент сопротивления перекатыванию (протаскиванию) фрез

$f = 0,18 \dots 0,30$;

G – масса фрезы

Мощность на фрезерование

$$N_{\phi} = N_p + N_o$$

где N_p – мощность на резание;

N_o – мощность на отбрасывание почвы;

$$N_P = K_c X_Z B_M h z \frac{n}{60}$$

где K_c – коэффициент удельного сопротивления почвы;
 B_M – ширина фрезы
 z – число ножей

$$N_o = 0,5 K_o B_M h V_M V_o \rho$$

где K_o – коэффициент отбрасывания;
 ρ – плотность почвы;
 V_o – скорость отбрасывания

$$V_o = (\lambda - 1) V_M$$

Мощность необходимая на преодоление сил сопротивления

$$N_{TP} = (1 - \eta) N_\phi$$

где η – коэффициент полезного действия передачи.

Частота вращения барабана

$$n = \frac{60 V_M}{X_T}$$

Комбинированные машины и агрегаты



Сущность совмещения операций.

Возможность и целесообразность совмещения технологических операций определяются применяемыми системами земледелия и системами обработки почвы, засоренностью полей сорняками, их видами, метеорологическими условиями, параметрами энергетических средств, агрономическими, технико-экономическими и другими факторами.

Совмещение технологических операций и применение комбинированных машин возможно:

- ✓ при совпадении сроков проводимых работ;
- ✓ необходимости проведения работ в сжатые сроки;
- ✓ неустойчивых метеорологических условиях, которые при отдельном выполнении предусмотренных операций снижают эффективность последних;
- ✓ наличии энергонасыщенных тракторов;
- ✓ приспособленности рабочих органов для одновременного выполнения технологических операций (культивация и посев).

Совмещение операций позволяет обеспечить качественную подготовку почвы за более короткое время, чем при выполнении этих операций отдельно однооперационными машинами.

Применение комбинированных машин позволяет:

- ✓ резко сократить число проходов агрегатов по полю;
- ✓ снизить вредное воздействие ходовой системы тракторов на почву;
- ✓ обеспечить хорошее рыхление колеи трактора;
- ✓ более качественно заделывать семена;
- ✓ снизить общую энергоемкость обработки почвы и посева;
- ✓ уменьшить влияние неблагоприятных погодных условий на завершение технологических процессов;
- ✓ лучше загрузить энергонасыщенные тракторы.

Классификация комбинированных машин и агрегатов.

По видам одновременно производимых технологических процессов комбинированные машины для обработки почвы подразделяют:

- ✓ на машины для обработки почвы с одновременным внесением удобрений, гербицидов, пестицидов, мелиорантов;
- ✓ машины для совмещения нескольких технологических операций при обработке почвы (выравнивание поверхности, рыхление, прикатывание);
- ✓ машины для обработки почвы с одновременным посевом возделываемой культуры.

По способам осуществления технологических процессов комбинированные машины подразделяют:

- ✓ на комбинированные машины и агрегаты, воздействующие на почву в такой же последовательности, как и заменяемые однооперационные машины (выравнивание поверхности, рыхление с перемешиванием, уплотнение);
- ✓ машины с рабочими органами, оказывающими сложное воздействие иным способом (фрезерование вместо выравнивания и рыхления с перемешиванием);
- ✓ машины, оказывающие комбинированное воздействие (фрезерование и последующее уплотнение).

Посевные и посадочные машины

Сеялки, картофелепосадочные машины, рассадопосадочные машины.

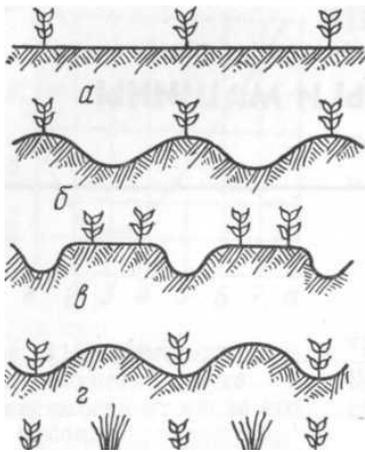


Назначение – равномерно распределить по площади и глубине посадочный материал (семена, клубни, рассаду)

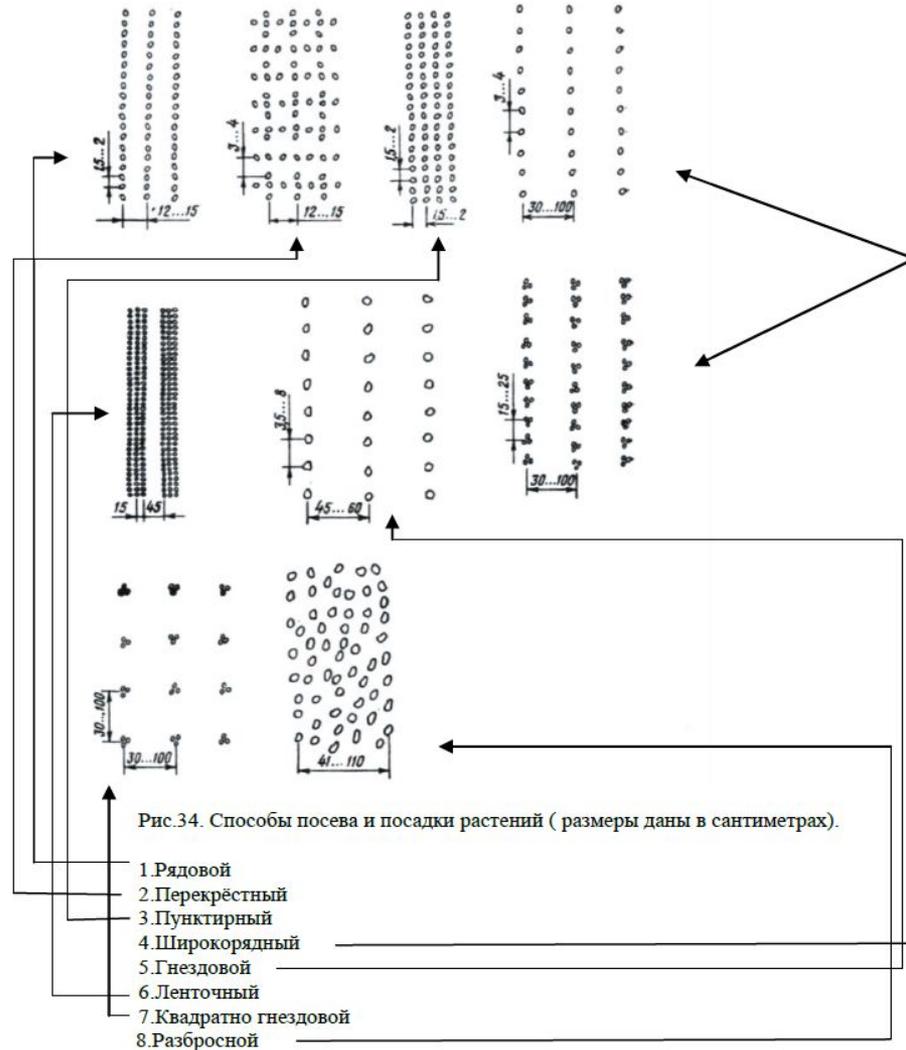
Способы посева и посадки

по размещению семян в вертикальной плоскости (профилю дневной поверхности поля)

- а** - гладкий;
- б** - гребневой в один рядок;
- в** - гребневой в два рядка;
- г** - бороздной;
- д** - по стерне.



по размещению семян в горизонтальной плоскости (ширине междурядий и размещению семян в рядках)



Агротехнические требования.

1. Семена должны быть равномерно распределены по поверхности поля. Отклонение фактической нормы высева семян от заданной допускается не более $\pm 3\%$, а для минеральных удобрений - не более $\pm 10\%$. Неравномерность высева в рядках, т. е. отдельными высевающими аппаратами, не должна превышать для зерновых 6% , зернобобовых 10% , трав 20% .
2. Высевающие аппараты и другие рабочие органы не должны повреждать более $0,2\%$ семян зерновых и более $0,7\%$ семян зернобобовых.
3. Отклонение глубины заделки отдельных семян от средней должно быть не более $\pm 15\%$, что при глубине посева $3...4$ см составляет $\pm 0,5$ см, $4...5$ см - $\pm 0,7$ см, при $6...8$ см - ± 1 см.
4. Ширина стыкового междурядья не должна отклоняться от ширины основного более чем на ± 5 см.

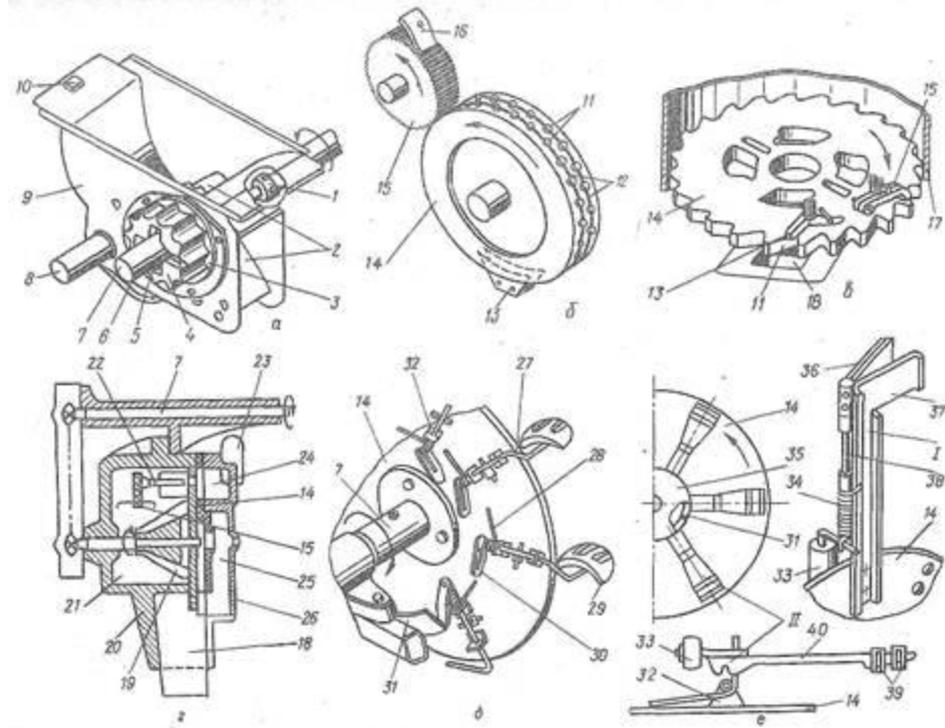
Классификация сеялок

по способу посева
квадратно-гнездовые,
гнездовые,
пунктирные,
разбросные сеялки.

по назначению:
универсальные,
специальные,
комбинированные

по компоновке рабочих органов:
моноблочные,
раздельно-агрегатные,
секционные сеялки.

По способу агрегатирования с тракторами:
навесные и прицепные сеялки.



Основы теории и расчета рабочих органов сеялок

(высевающий аппарат катушечного типа)

Рабочий объем катушки

Рабочий объем катушки V_o – объем семян, высеваемый за один оборот катушки.

Расчетное значение рабочего объема определяется агротехническим заданием и передаточным отношением

$$i = \frac{n_{\hat{a}}}{n_{\hat{e}}}$$

где n_v – частота вращения валов аппаратов;

n_k – частота вращения приводных колес.

За один оборот опорно-приводного или ходового колеса (без учета скольжения) масса семян, высеваемых сеялкой, составляет (г/об)

$$M = \frac{\pi D_{\hat{e}} Q B}{1000}$$

где B – ширина захвата сеялки
(см);

D_k – диаметр колеса (м).

$$B = m \cdot a$$

где m – число сошников;

a – ширина междурядий

(см)

Объем семян, высеваемых одним аппаратом

$$M_o = \frac{\pi D_k Q a}{1000}, \text{ г/об.}$$

или по объему

$$V_{ок} = \frac{\pi D_k Q a}{1000 \gamma}, \text{ (см}^3\text{/об.)}$$

где γ – объемная масса семян, г/см³

С учетом скольжения колес сеялки

$$V_{ок} = \frac{\pi D_k Q a}{1000 \gamma (1 - \varepsilon)}$$

где ε – коэффициент скольжения.

Объем семян, высеваемых катушкой за один оборот колеса

$$iV_o = V_{i\hat{e}}$$

откуда

$$V_o = \frac{V_{i\hat{e}}}{i} = \frac{\pi D_{\hat{e}} Q a}{1000 \gamma i}$$

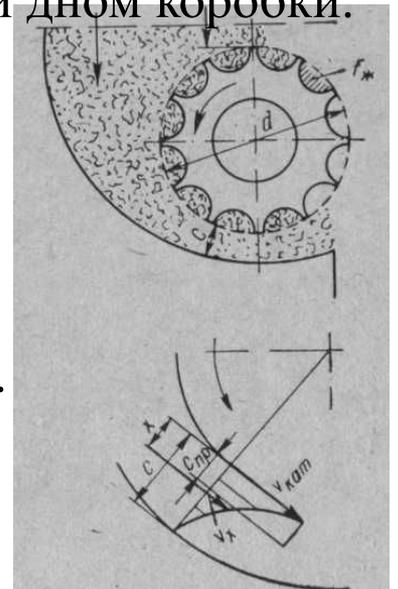
Рабочий процесс катушечного высевающего аппарата

Активный слой – поток семян, состоящий из семян, попавших в желобки, и семян, располагающихся в пространстве между катушкой и дном коробки. Объем семян, выброшенных катушкой за один ее оборот:

$$V_o = V_{\text{ж}} + V_{\text{ак}}$$

где $V_{\text{ж}}$ – объем семян, попавших в желобки;

$V_{\text{ак}}$ – объем семян, выброшенных из активного слоя.



Закономерность изменения скорости V_x движения семян в активном слое может быть в первом приближении выражена зависимостью

$$V_x = V_{кат} \left(1 - \frac{x}{C}\right)^m$$

где C – толщина слоя;

$V_{кат}$ – скорость катушки

m – показатель степени, определяемый опытным

путем

($m=2,6$ – рожь; $2,5$ – овес; $1,7$ – лен; $1,4$ – просо)

$$V_{кат} = \frac{\pi d n_v}{60}$$

Толщина активного слоя $C_{пр}$ – толщина некоторого слоя семян, движущихся с постоянной скоростью, равной окружной скорости $V_{кат}$.

Связь между C и $C_{пр}$ может быть выражена зависимостью

$$V_{кат} \int_0^C \left(1 - \frac{x}{C}\right)^m dx = C_{пр} V_{кат}$$

откуда

$$C = C_{пр} (m + 1)$$

Определение размеров катушки

При известном значении C_{np} объем семян выбрасываемых из активного слоя за один оборот катушки,

$$V_{ак} = \pi d C_{np} l_p$$

где l_p – рабочая длина катушки;
 d – диаметр катушки.

Объем семян, выбрасываемых
желобками

$$V_{жс} = \beta f_{жс} z l_p$$

где $f_{жс}$ – площадь сечения желобка;
 z – число желобков;
 β – коэффициент заполнения

желобков

С учетом значений $V_{жс}$ и $V_{ак}$.

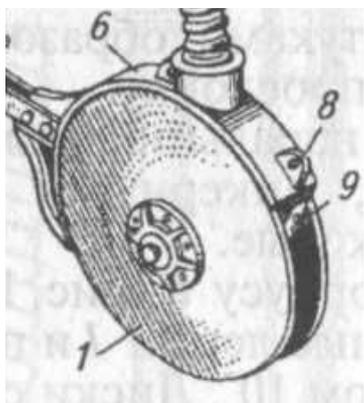
Рабочий процесс сошника

Назначение – вскрыть бороздку, поместить туда семена и закрыть их землей.

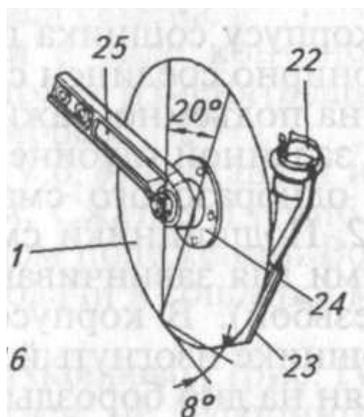
Типы сошников

ДИСКОВОЕ

двухдисковые

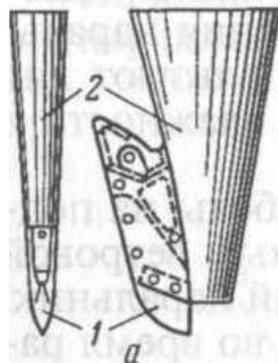


однодисковые

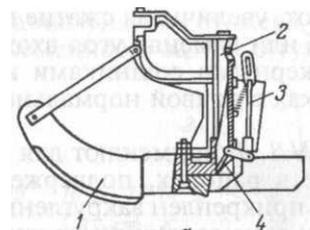


наральниковые

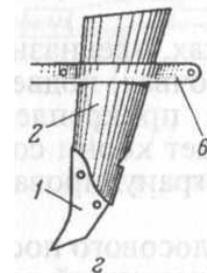
килевидный



ПОЛОЗОВИДНЫЙ



анкерный



Сошник воздействует на почву, как клин. Форма и размеры борозды зависят главным образом от его параметров.

Один из основных размеров борозды - ее ширина по дну: чем она больше, тем выше вероятность укладки семян на заданную глубину.

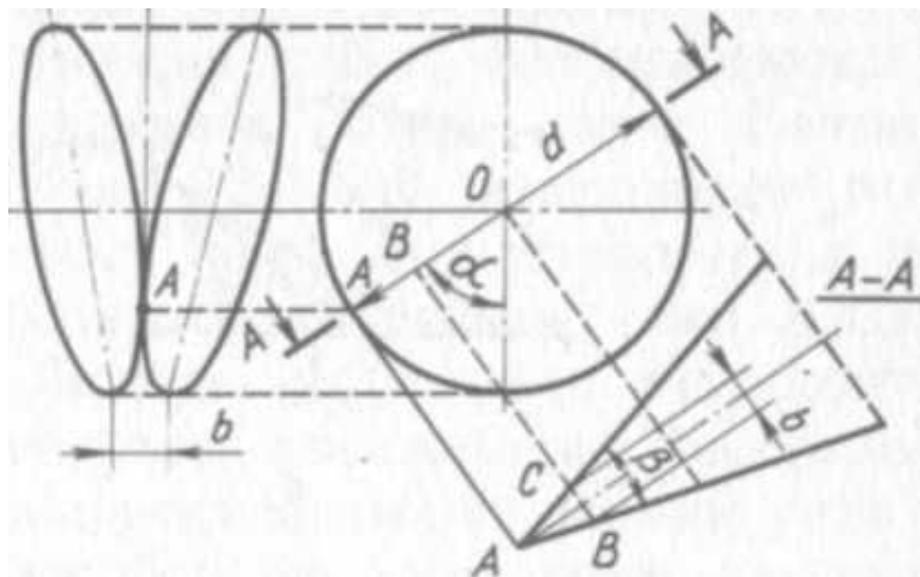
Пусть точка A стыка дисков двухдискового сошника находится на высоте, определяемой углом α наклона радиуса $OA = r$ к вертикали, угол между дисками β . Тогда ширина борозды, определяемая расстоянием между нижними точками режущих кромок дисков

$$b = BC = 2AB \sin(\beta / 2)$$

Так как отрезок $\hat{A}\hat{A} = \hat{I}\hat{A} - \hat{I}\hat{A} = r - r \cos \alpha = r(1 - \cos \alpha)$
то, подставив его значение в предшествующее выражение, получим

$$b = 2r(1 - \cos \alpha) \sin(\beta / 2)$$

Из формулы следует, что с увеличением углов α и β ширина бороздки возрастает



Основы теории и расчета посадочных машин

Машины для посадки картофеля

Назначение – равномерно распределить по площади и по глубине с тем чтобы каждому растению была определенная зона питания

Основной рабочий орган – *вычерпывающий аппарат*

Процесс работы вычерпывающего аппарата картофелесажалок:

- 1. захват клубня ложечкой из общей массы,*
- 2. фиксация его в ложечке зажимом,*
- 3. перенос клубня в зону выброса из ложечки*
- 4. освобождение клубня зажимом.*

Все эти элементы выполняются за один оборот диска



Основные параметры картофелепосадочных машин

Норма высева клубней на гектар

$$N = \frac{10^4}{a \cdot a_k}$$

где a – междурядье;

a_k – расстояние между клубнями в ряду

Частота посадки, кл/с

$$v_k = \frac{V_m}{a_k} \quad \text{также} \quad v_k = \frac{n_\delta \cdot z}{60}$$

где z – число ложечек;

n_δ - частота вращения вычерпывающего аппарата



Рабочий процесс ложечкового высевающего аппарата картофелепосадочной машины

Рассмотрим равновесие в ложечке клубня шарообразной формы

Выпадение клубня возможно при опрокидывании его относительно наружного края ложечки (точка А).

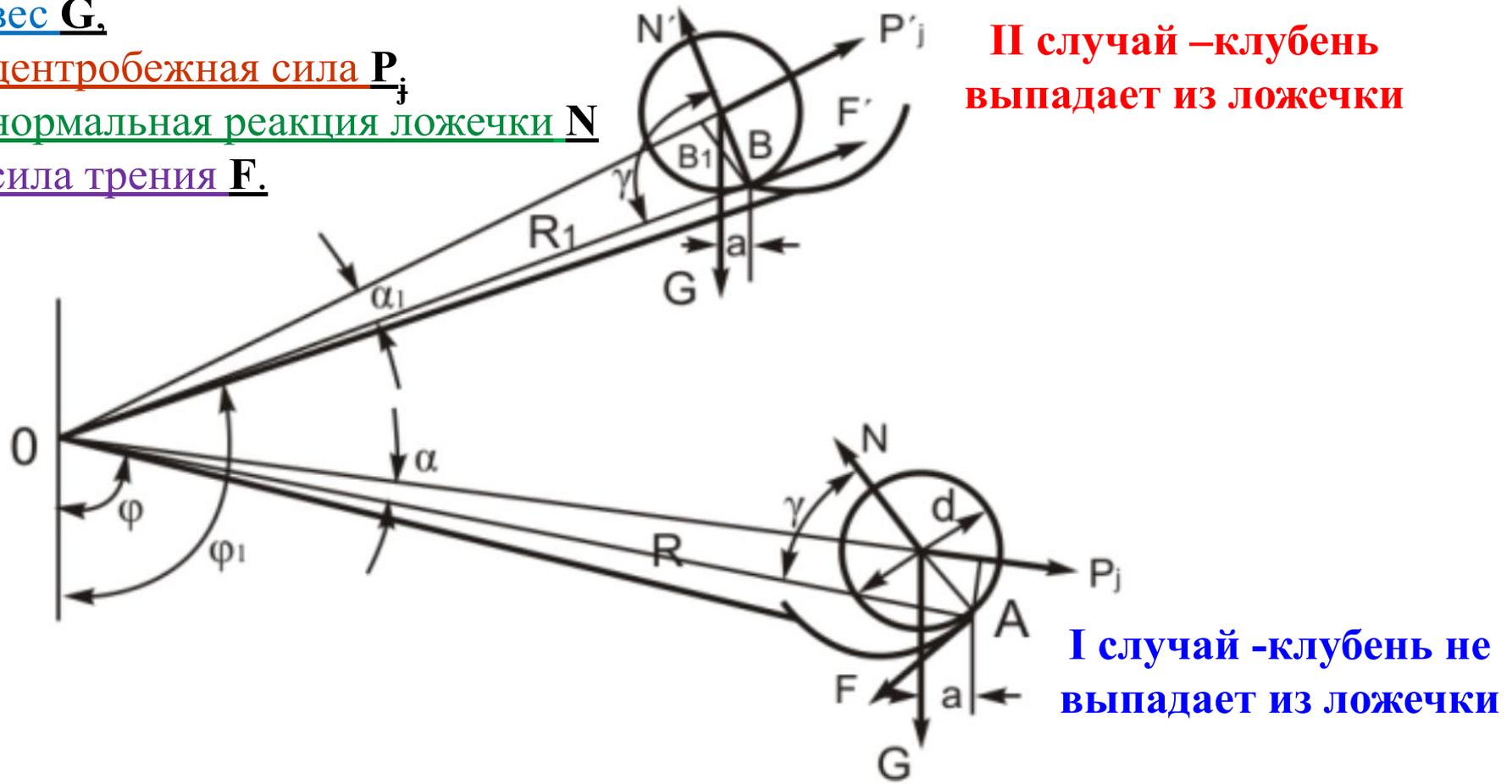
на клубень, расположенный в ложечке, действуют следующие силы:

вес G ,

центробежная сила P_j

нормальная реакция ложечки N

сила трения F .



Клубень не выпадает из ложечки при условии

$$Ga > P_j b$$

как видно из рисунка

$$a = \frac{d}{2} \sin(\varphi - \gamma), b = R \sin \alpha,$$

где d - диаметр клубня;

R - расстояние от центра вращения до края А ложечки.

Так как

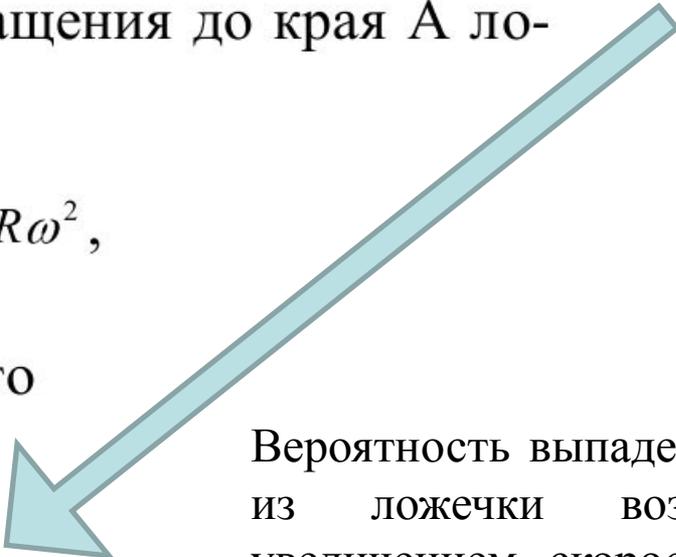
$$G = 9,8m_k \text{ и } P_j = m_k R \omega^2,$$

где m_k - масса клубня,

ω - угловая скорость диска, то

$$\sin(\varphi - \gamma) \geq \frac{2R^2 \omega^2 \sin \alpha}{9,8d}$$

Из выражения видно, что при малых значениях угла φ поворота диска клубень будет выпадать из ложечки, однако этому будет препятствовать слой картофеля в питательном ковше. Если ложечка выйдет из слоя, а угол φ будет меньше значения, определяемого по выражению, то клубень выпадет.



Вероятность выпадения клубней из ложечки возрастает с увеличением скорости диска и размеров клубня (с увеличением размеров угол γ растет).

Клубень выпадает из ложечки

Выпадение возможно опрокидыванием через край В ложечки (см. рис.)

Клубень выпадает из ложечки при условии

$$Ga_1 \leq P'_j b_1.$$

решая это неравенство получим

$$\sin(\varphi_1 - \gamma_1) \leq \frac{2R_1^2 \omega^2 \sin \alpha_1}{9,8d}.$$

Из этого выражения определяется угол φ_1 поворота диска, при котором клубень должен быть зажат в ложечке.

Фиксация клубня в ложечке высаживающего аппарата картофелесажалки происходит при $\varphi_1 = 90^\circ \dots 115^\circ$

Рассадопосадочные аппараты

Технологический процесс посадки рассады, выполняемый современными посадочными машинами, включает в себя следующие основные операции:

1. Образование борозды

2. Перемещение и укладку рассады в открытую Борозду

3. Полив и заделку растений с уплотнением почвы вокруг корней

Поскольку рассада в зажимы посадочного аппарата подается вручную, допустимая скорость движения машины будет ограниченной. Опыт эксплуатации рассадопосадочных машин показывает, что скорость поступательного движения

V_m составляет всего 0,35 - 0,4 м/с



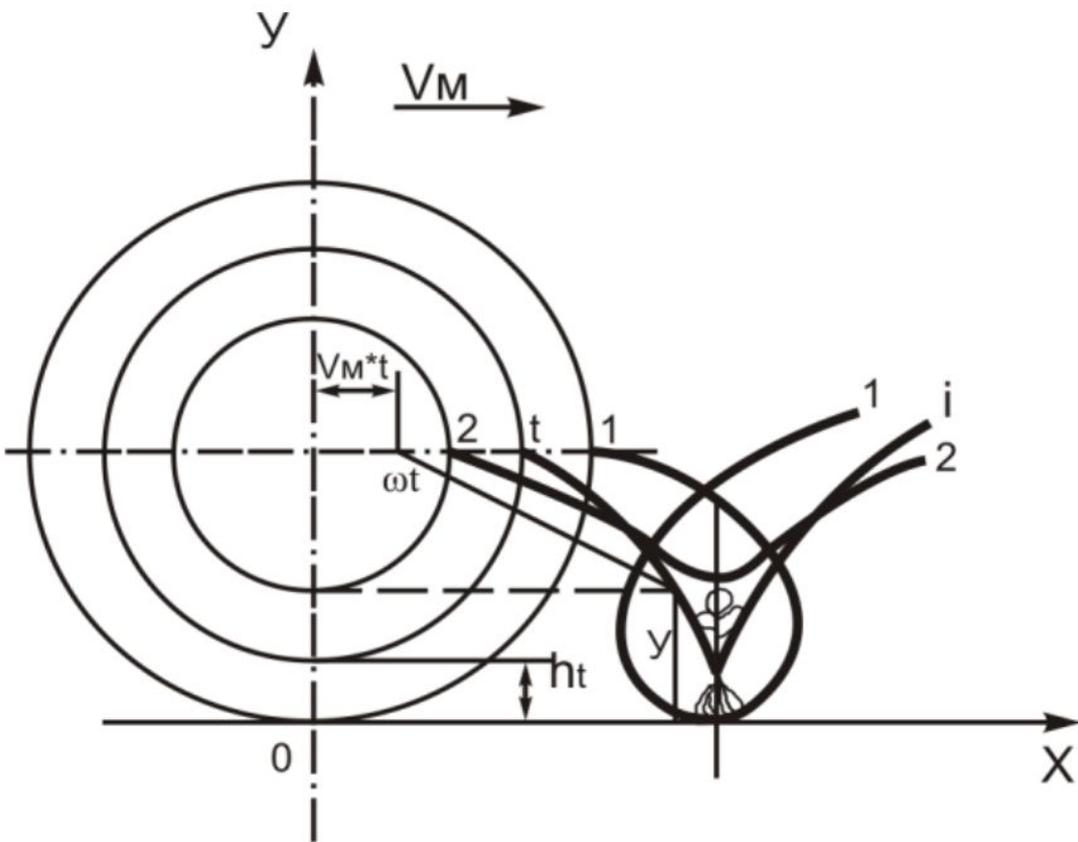
Существенной особенностью рабочего процесса рассадопосадочной машины является то, что укладка рассады в открытую борозду и заделка ее почвой производится на ходу при определенной скорости V_m

Очевидно, что при выполнении указанных операций абсолютная скорость рассады должна быть равна нулю, т.е.,

$$V_m + V_p = 0$$

где V_p - линейная скорость точки захвата рассады держателем в момент высадки ее в почву.

Траектория движения рассады при посадке



Для обеспечения условия $V_m + V_p = 0$ необходимо, чтобы в некоторый промежуток времени, необходимый для высадки рассады, линейная скорость захвата аппарата была равна скорости машины и противоположно ей направлена.

Уравнение траектории абсолютного движения точки
в параметрической форме будет

$$x = V_M t + R_1 \cos \omega t,$$
$$y = R_1 + h_1 - R_1 \sin \omega t.$$

Скорость точки \dot{i} по оси x определится из следующего выражения

$$V_x = \frac{dx}{dt} = V_M - R_1 \omega \sin \omega t.$$

В момент заделки растения скорость $V_x = 0$

и угол поворота конца зажима $\omega t = \pi / 2$ т.е. выражение

будет иметь следующий вид: $V_x = V_M - R_1 \omega = 0.$

следовательно $V_M = R_1 \omega$



Показатель кинематического режима

Отношение линейной скорости движения крайней точки захвата рассады к поступательной скорости всего агрегата носит название показателя кинематического режима работы посадочного аппарата и обозначается λ .

$$\lambda = \frac{\omega R}{V_m}$$

если $\lambda = 1$ – обычная циклоида *i*

$$V_m = \omega \cdot R_i$$

если $\lambda > 1$ – удлиненная циклоида *1*

$$V_m = \omega \cdot R_1$$

если $\lambda < 1$ – укороченная циклоида *2*

$$V_m = \omega \cdot R_2$$

Основные параметры рассадопосадочных машин

Количество воды Q_v , необходимое для полива растений на одном гоне

$$Q_v = \frac{qnL}{a}$$

где q – норма полива одного растения, л;

n – число посадочных аппаратов.;

L – длина гона, м;

a – шаг посадки, м.

Количество рассады Z (шт.) потребное на 1 гон

$$Z = \frac{60V}{a_p p z}$$

a_p – расстояние между растениями в рядке, м;

p - число растение в гнезде;

z - число держателей на диске.

Машины для внесения удобрений

Назначение - увеличение урожайности возделываемых культур за счет повышения плодородия почв.

Удобрения содержат основные элементы питания растений: **фосфор (P)**, **калий (K)**, **азот (N)** и вещества, которые улучшают физические, химические и биологические свойства почвы и тем самым способствуют повышению урожайности культурных растений.

Виды удобрений

Минеральные



Органические



Минеральные удобрения

Минеральные удобрения - это соединения, способные при внесении в почву растворяться, чрезвычайно необходимые для жизни растений, поскольку содержат азот, фосфор, калий и прочие нужные элементы в легкоусвояемой форме.

Минеральные удобрения часто называют туками.

Промышленность выпускает минеральные удобрения в виде гранул размером 1-5 мм, кристаллов, порошков или жидкие (азотные).

Минеральные удобрения бывают:

- *Простые* - удобрение содержит один элемент питания растений
- *Полные* – содержит фосфор (P), калий (K), азот (N)
- *Комплексные* - два и более элементов питания
- *Сложные* - не менее двух элементов
- *Смешанные* - получают при механическом смешивании простых и сложных удобрений

Способы использования минеральных удобрений:
предпосевной, припосевной, подкормка растений

Органические удобрения.

-это удобрения, содержащие элементы питания растений преимущественно в форме органических соединений.

К **органическим удобрениям** относят:

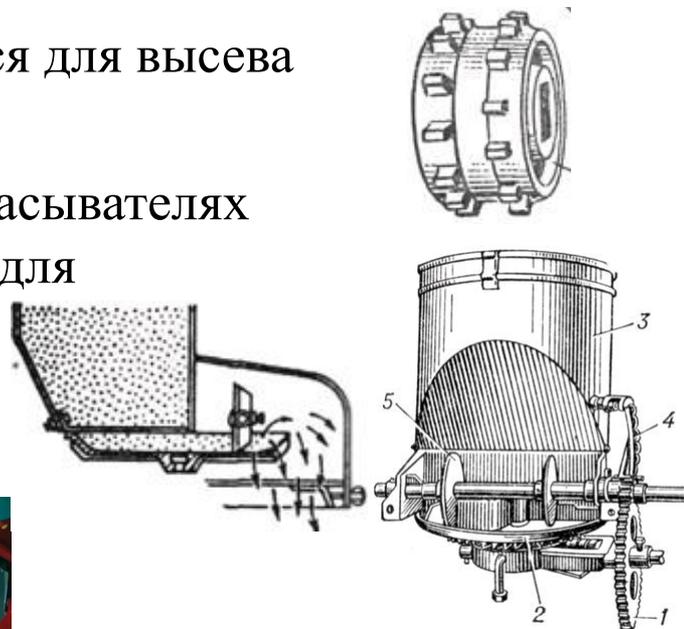
- Навоз - органическое удобрение, состоящее из экскрементов сельскохозяйственных животных
- Компосты - органические удобрения, получаемые в результате разложения различных органических веществ под влиянием деятельности микроорганизмов.
- Торф – горючее полезное ископаемое; образовано скоплением остатков мхов, подвергшихся неполному разложению в условиях болот
- Комплексные органические удобрения - сложные удобрения, состоящие из органического вещества и связанных с ним химически или адсорбционно минеральных соединений
- Промышленные и хозяйственные отходы и др.

Типы аппаратов для внесения удобрений

Катушечно-штифтовые аппараты - применяются для высева гранулированных туков.

Тарельчатые аппараты - устанавливаются на разбрасывателях туков для сплошного внесения удобрений, а также для рядового способа внесения удобрений совместно с культивацией, посевом или посадкой.

Дисковые аппараты – применяются в машинах для сплошного и рядкового внесения удобрений.



Транспортерные аппараты - находят широкое применение в основном для сплошного внесения минеральных, органических удобрений и извести.



Расчет центробежных туковысевающих аппаратов

Рабочий процесс центробежного аппарата характеризуется наличием двух фаз:

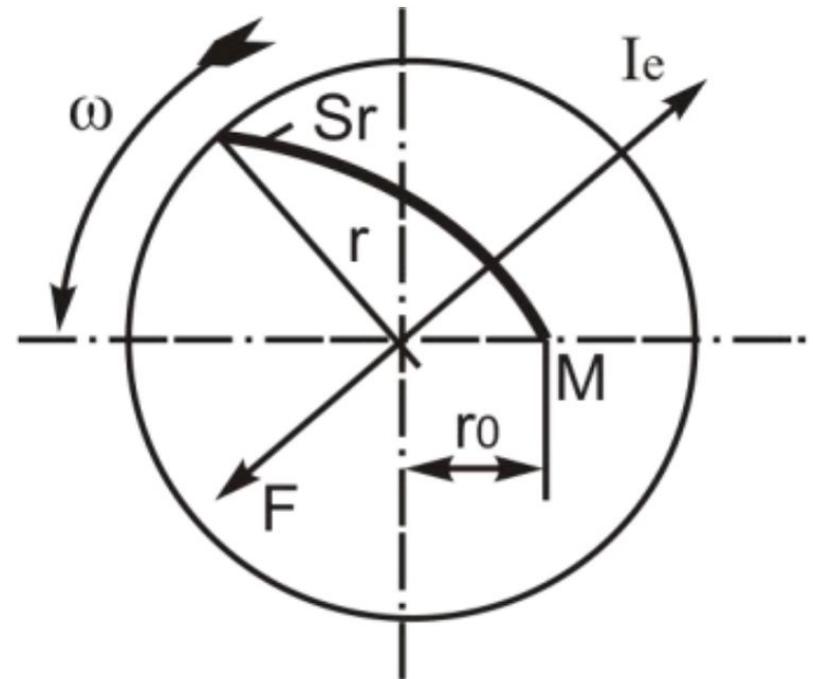
Первая фаза - частица находится на рабочей поверхности диска.

Вторая фаза - частицы материала, получив необходимую скорость, покидают диски и совершают свободный полет до соприкосновения их с поверхностью почвы.

Рассмотрим движение частиц по поверхности диска. Пусть частица массы m в произвольной точке M подается на равномерно вращающийся диск с начальной скоростью, равной нулю. Тогда силами, приложенными к частице и действующими в плоскости диска, будут: **сила трения F** и **центробежная сила переносного движения I_e**

$$F = fmg \quad I_e = mr_0\omega^2$$

где f – коэффициент трения тука о диск;
 g – ускорение силы тяжести;
 r_0 - расстояние от центра диска до точки M подачи тука.



Точка M диска имеет окружную скорость, равную v , которую частица может приобрести мгновенно, если сила трения окажется достаточной для удержания этой частицы в состоянии относительного покоя.

Для этого случая уравнение равновесия будет:

$$I_e - F = 0; \quad mr_0\omega^2 - fmg = 0.$$

из уравнения можно определить минимальное число оборотов диска

$$\omega = \sqrt{\frac{fg}{r_0}} = \frac{\pi n_{min}}{30}, \quad n_{min} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{fg}{r_0}}.$$

При меньшем числе оборотов диска частицы материала будут лишены возможности перемещаться по поверхности диска и центробежный аппарат потеряет свою работоспособность.

При вращении диска с угловой скоростью ω частица материала в точке M в относительном движении будет перемещаться по поверхности диска со скоростью V_r и через некоторое время придет в точку M_1 . Сила трения оказывается недостаточной и частица отстает от диска, описывая траекторию в виде спиралевидной кривой Sr .

Расчет барабанных аппаратов для внесения твердых органических удобрений

Технологический процесс работы прицепа-разбрасывателя протекает следующим образом: при поступательном движении агрегата верхняя ветвь транспортера, перемещаясь с небольшой скоростью назад вдоль кузова, подводит слой удобрений к вращающимся шнековым барабанам. Нижний измельчающий барабан шнековой лентой с прерывистым зубчатым профилем разрыхляет, измельчает массу и ровным слоем перебрасывает через себя. Верхний разбрасывающий барабан, вращаясь в том же направлении, что и нижний, принимает от него удобрения, выравнивает, дополнительно измельчает, отбрасывает излишек к передней части кузова и распределяет удобрения по поверхности поля.



Основные параметры барабанных аппаратов для внесения твердых органических удобрений

Подача - масса (кг) сброшенных на поле удобрений в секунду:

$$q = V_{TR} H L \gamma$$

где V_{TR} – скорость перемещения транспортера, м/с;

H - толщина слоя удобрений в кузове, м;

L - длина шнекового барабана, м;

γ - объемная масса удобрений, кг/м³.

Норма внесения удобрений Q_H (кг/м²)

$$Q_H = \frac{q}{B_{\Pi} V_M} \quad Q_H = \frac{V_{TR} H L \gamma}{B_{\Pi} V_M}$$

где B_{Π} - ширина полосы разбрасывания, м;

V_M - поступательная скорость агрегата, м/с.

Из формулы видно, что норма внесения удобрений прямо пропорциональна поступательной скорости транспортера V_{TR} и обратно пропорциональна скорости агрегата V_M , т. е. ее можно регулировать изменением скоростей V_{TR} и V_M .

Для обеспечения нормальной работы разбрасывающего устройства необходимо, чтобы производительность шнековых барабанов была равна или больше производительности транспортера, т. е.

$$Q_{бар} \geq Q_{ТР} \quad \text{или} \quad bhV_0 \geq HB_{ТР}V_{ТР}$$

где b и h – соответственно ширина и высота захвата массы шнековым барабаном, м;

V_0 – окружная скорость шнекового барабана, м/с; 159

H – толщина слоя удобрений, подаваемых транспортером, м;

$B_{ТР}$ – ширина слоя удобрений, подаваемого транспортером, м;

$V_{ТР}$ – скорость транспортера, м/с.

Окружная скорость шнекового барабана

$$V_0 = \frac{\pi n r}{30} \quad \text{где } n \text{ - частота вращения шнекового барабана;}$$

r - радиус шнекового барабана.

Подставляя значение V_0 в формулу, получим

$$\frac{bh\pi n r}{30} \geq HB_{ТР}V_{ТР}$$

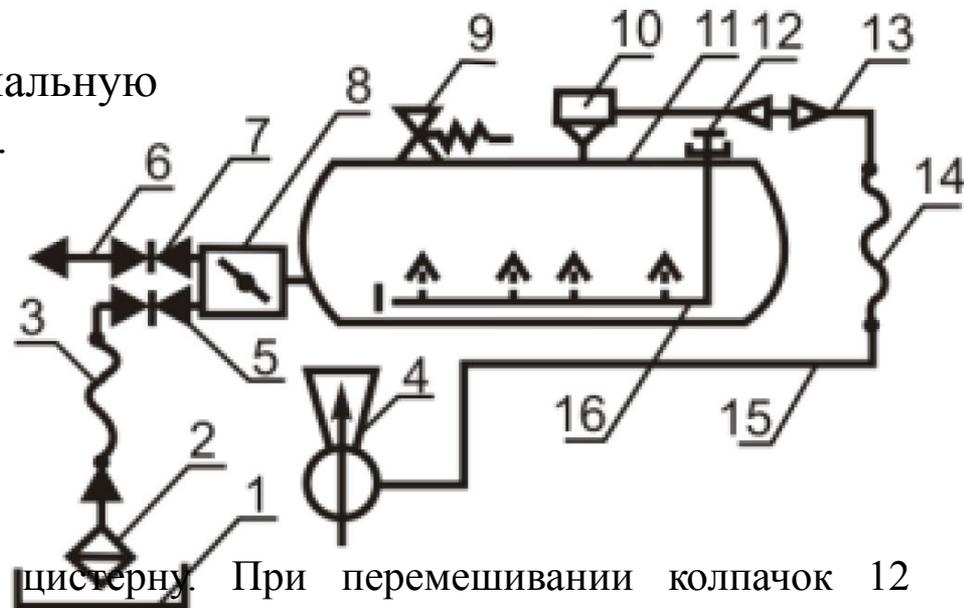
откуда **минимальная частота вращения барабана**

$$n = \frac{30HB_{ТР}V_{ТР}}{bn\pi r}$$

Машины для разбрасывания жидких удобрений

Машины для разбрасывания жидких удобрений **предназначены** для откачки жижи из жижесборников животноводческих помещений, перевозки ее в поле и поверхностного сплошного внесения в почву.

В качестве примера рассмотрим принципиальную схему машины, оборудованной эжектором.



Для заправки затвор 8 и задвижку 5 открывают, а задвижку 7 закрывают; гибкий заборный шланг 3 с фильтром 2 опускают в жижесборник (жижехранилище). Выпускные газы поступающие от трактора, проходя через эжектор 4, создают разрежение в трубопроводах 15, 14, 13 и цистерне 11, под действием которого жидкость заполняет цистерну. При перемешивании колпачок 12 вывертывают, а в цистерне 11 при помощи эжектора 4 создают вакуум. При этом наружный воздух под действием атмосферного давления входит сверху в трубу 16 и, выходя через отверстие горизонтальной части этой трубы, перемешивает жидкость. При распределении по полю или выливе жидкости с помощью выпускных газов, проходящих по трубам 15, 14 и 13 в цистерне 11 создают избыточное давление. При этом задвижка 5 закрыта, а задвижка 7 открыта и жидкость через нее поступает к распределительному устройству 6 которое веерообразным потоком разбрызгивает ее по полю. Норму внесения удобрений от 10 до 40 т/га регулируют сменой жиклера (диаметр 20, 30 и 38 мм), изменением скорости движения агрегата, давления выпускных газов и положения распределительного лотка. Наибольшая ширина поливаемой полосы или наименьшая норма внесения жидких удобрений получается при угле наклона 30 - 45°. Ширина разлива жидкости 3 - 11 м, рабочая скорость до - 2,2 м/с (10 км/ч).