

Роль, значение и особенности сельскохозяйственных машин.

1. Роль – повышение производительности труда. Машины заменяют \approx 4/5 производительности труда.
2. Меняют условия и характер труда (труд становится более легким физически, но тяжелее умственно).
3. Позволяют выполнить большой объем работ в короткие сроки (снижают напряженность труда).
4. Уменьшают неравномерность в использовании рабочей силы.
5. Позволяют внедрить новые технологические операции и процессы.

Особенности сельскохозяйственных машин.

1. Меняют дело с живой средой или животными организмами.
2. Неблагоприятные и меняющиеся условия работы.
3. Мобильность сельскохозяйственных машин (работа в движении); не тяжелые, но прочные.
4. Сезонность работы (универсальные сельскохозяйственные машины).
5. Сравнительно невысокая квалификация обслуживающих людей.

Квалификация и маркировка сельскохозяйственных машин.

Квалификация – объединение сельскохозяйственных машин по определенным признакам.

Признаки квалификации:

1. По назначению (почвообрабатывающие, посевные посадочные).
Внутри по назначению: общие, специальные, комбинированные, универсальные, многооперационные.
2. По принципу действия (непрерывного и циклического действия, погрузчики, сушилки).
3. По состоянию при работе (мобильные, стационарные, передвижные или самопередвижные (имеют колеса для перемещения с одной позиции на другую)).

4. По способу соединения с источником энергии (прицепные имеют свои опорные колеса типа 3 и одну точку соединения с трактором; полунавесные – передняя часть присоединена к трактору в двух (!), а задняя часть опирается на свое; навесные – соединены с трактором в трех (!) и полностью висит на нем в транспортном положении; монтируемые – не имеют собственной общей рамы, а их узлы и рабочие органы монтируют на тракторе; самоходные – собственный источник энергии).

Маркировка состоит из букв и цифр (БДН-3, СМ-4, КРН-2.8).

Под буквами подразумевают:

под первой – вид машины;

под второй (иногда третьей) – тип или ее характерную особенность;

под третьей (четвертой) – способ соединения с трактором;

Цифры обозначают:

- ширину захвата в метрах (для сельскохозяйственных машин со сплошной обработкой);
- количество рядков (сельскохозяйственные машины, работающие на рядках с большим междурядьем);
- грузоподъемность (в тоннах для сельскохозяйственных машин для внесения твердых удобрений);
- вместимость баков в литрах или м^3 (для сельскохозяйственных машин для внесения жидкостей);
- производительность в т/час (у сельскохозяйственных машин, перерабатывающих продукцию).

ТЕМА 1. ПЛУГИ.

1.1. Физико-механические свойства почвы как объекта обработки.

1.1.1. Строение и фазовый состав.

Почва состоит из твердой, жидкой и газообразной фаз. Живые организмы, микроорганизмы и биологические объекты.

Свойства почвы:

1. Механический состав. Твердая фаза П. Имеет каменные частицы размером более 1 мм – камни мелкозем $\{ > 0.01 \text{ мм физ. песок; } < 0,01 \text{ мм – физ. глина. Типы П. по мин. Составу } > 50\% \text{ глины – глинистые; суглинистые – 20-50\% глины – супесь – 10-20\% глины, песчаные } < 5\%$
2. Структурность – способность частиц П. слипаться, образуя комочки. Только в комковатой П. накапливается H_2O . Оценивается K_c – коэффициентом стр-ти, m_k – m комочков, m_n – m образца (навески)
3. $K_c \frac{m_k}{m_n}$
4. Влажность жидкая фаза П. состоит из воды и растворов солей

$$\text{- абсолютная } \omega_a = \frac{m_b}{m_c} \cdot 100\%$$

$$\text{- относительная } \omega = \frac{m_b}{m_n} \cdot 100\%$$

где: m_b – масса влаги в г.

m_c – масса сухой части

m_n – масса навески (образца)

$$\omega = \frac{100 \cdot \omega_a}{100 + \omega_a} \text{ и } \omega_a = \frac{100 \cdot \omega}{100 - \omega}$$

Влияет на все остальные свойства а, следовательно, на качество обработки и энергозатраты. Состояние П., когда она мелко крошится и обрабатывается называется спелостью

$$\omega_c = 13-23$$

4. плотность – масса вещества в ед., характеризует степень уплотнения П.

$$\rho = \frac{m_n}{V}, \text{ г/см}^3 \text{ (а)}$$

где V – объем навески см³

$\rho = 0,9-1,1 \text{ г/см}^3$ – свежая пашня

$\rho = 1,4-1,6 \text{ г/см}^3$ – подпахотный горизонт

ρ - наилучшая для развития растений называется оптимальной:

для зерновых – $1,1-1,3 \text{ г/см}^3$

для картофеля – $1,0-1,2 \text{ г/см}^3$

для свеклы - $1,1-1,5 \text{ г/см}^3$

$\pm 0,1-0,3 \text{ г/см}^3$ снижают урожай на 20-40%

ρ , получающаяся вследствие самоуплотнения П. называют равновесной

$$= 1,25-1,45 \text{ г/см}^3$$

5. скважность характеризует содержание газообразных фаз и ее оценивают коэффициентом пористости

$$c = \frac{V_n}{V} \cdot 100\%$$

где V_n – объем пустот и пор в п. зависит от мех состава

c - на песок и супесь – 40-50%

глина и суглина – 50-60%

торф – 80-90%

Если $V_n = V - V_m$, где V_T – объем тв. ф., то

$$c = \frac{V - V_m}{V} = \left(1 - \frac{V_m}{V}\right) \cdot 100\%, \text{ из ур-я (а) } V = \frac{m_n}{\rho} \text{ получим}$$

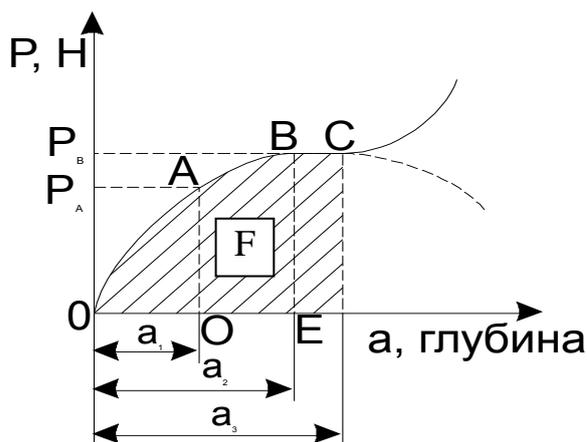
$$c = 1 - \frac{V_T \cdot \rho}{m_n} \cdot 100\%, \text{ где } V_T \text{ – можно определить как приращение объема}$$

H₂O в мензурке после опускания в нее взвешенного комка П.

1.1.2. Технологические свойства

1. Твердость – способность сопротивляться внедрению более твердого тела.

Твердомер - прибор для определения твердости, α вычерчиваем диаграмму



По полученной диаграмме вычисляют твердость как среднее удельное давление

$$\sigma = \frac{P_{cp}}{S}, \text{ Па}$$

где: P_{cp} – среднее усилие на глубине a_3 (пахотного горизонта), Н

S – площадь наконечника у прибора, м^2

$$P_{cp} = \frac{F}{a_3} \cdot \text{масштаб},$$

где: F – площадь графика, см^2

a_3 – глубина А пах, см

μ – масштаб пружины, Н/см

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ где } d \text{ диаметр наконечника}$$

$$1,4 < \sigma < 4,7 \text{ МПа}$$

2. Несущая способность - предельное значение удельного давления

$$\sigma_a = \frac{P_{max}}{S}, \text{ Па}$$

где: P_{max} – максимальная сила, Н

$$P_{max} = P_B = BE \cdot \mu$$

3. Коэффициент объемного смятия показывает какое усилие необходимо для смятия 1 см^3 П

$$q = \frac{P_{л}}{S \cdot a}, \text{ Н/см}^3$$

где q – на пашне - $1 \dots 2 \text{ Н/см}^3$

луг – $5 \dots 10 \text{ Н/см}^3$

дорога – $50 \dots 90 \text{ Н/см}^3$

чем меньше q , тем меньше сопротивление колес, катков

4. Коэффициент трения (фрикционные свойства) характеризует свойства трущихся поверхностей и определяется как отношение сил

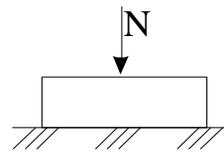
$$f = \frac{F_{\text{тр}}}{N}$$

где: $F_{\text{тр}}$ – сила трения, Н

N – нормальная сила, Н

Отметим, $F_{\text{тр}}$ – пассивная сила, возникающая лишь при наличии внешней активной силы

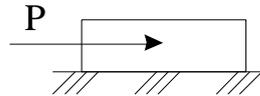
а) $V_0 = 0$ (скорость) $F_{\text{тр}} = 0$



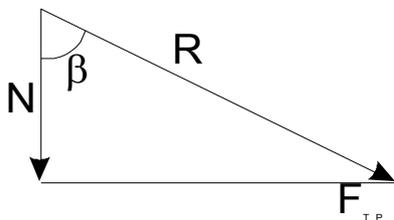
б) $V_0 = 0$ $F_{\text{тр}} = P$



в) $V_0 \neq 0$ $F_{\text{тр}} = f \cdot N = F_{\text{тр max}}$



$F_{\text{тр}} = 0 \dots f \cdot N$



Сложим графически

R – равнодействующая

$$\text{tg} \beta = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = f$$

Угол тангенс которого = f называется углом трения, обозначают φ , т.е.

$$\begin{aligned} \text{tg } \varphi &= f \\ f &= \text{arctg } \varphi \end{aligned}$$

$$\varphi = 14 - 42^\circ \quad f = 0,25 - 0,90$$

Для Π зависит от влажности и мех. св-в

При $\omega_a = 10\%$ - $f = 0,25$

$\omega_a = 40\%$ - $f = 0,90$

5. Сопротивление деформации

Чернозем $\omega_a = 20\%$ - $\sigma_p = 0,5$ кПа – растяжение

$\sigma_{сж} = 10$ кПа - сжатие

$\tau = 1$ кПа - сдвиг

6. Удельное сопротивление при пахоте

$$k_0 = \frac{P}{ab}, \text{ Па}$$

где a – глубина обр-ки, м

b – ширина пласта, м

$k_0 = 5000$ Па

1.2 Задачи, способы и системы обработки П.

Общей задачей является создание благоприятных условий для развития культурных растений (свет, тепло, воздух, пища, влага)

Задачи обработки П.:

1. борьба с сорняками
2. создание теплового режима
3. создание структуры П.

Различают 3 способа обработки П. в зависимости от глубины.

1. Основная обработка П. – вспашка с оборотом пласта на глубину до 30 см, а так же рыхление без оборачивания пласта, рыхление до 40 см.
2. Поверхностная обработка П. – рыхление на 6-10 см, происходит перемешивание и уплотнение П.
3. Специальная обработка П. обработка на глубину более 40 см (вспашка целинных земель, болот, лугов)

Система обработки П. (земледелия) – комплекс мероприятий, операций выполняемых в определенной последовательности различной в разных условиях. Различают:

- Отвальная – применение вспашки с оборотом пласта

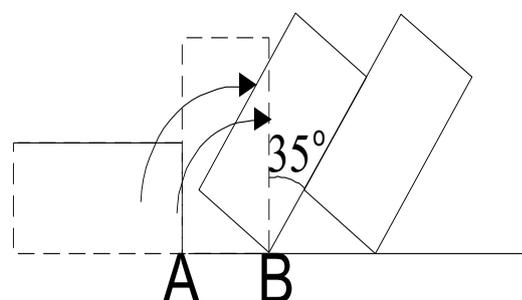
- Безотвальная – пласт только рыхлится оставляя растительные остатки на поверхности, α и препятствуют сдуванию П. для степных районов
- Минимальная – сокращение количества операций и глубины обработки за счет применения комбинированных агрегатов, выполняющих несколько операций за один проход
- Нулевая обработка полосами под рядок.

1.3 Виды вспашки и требования к ней.

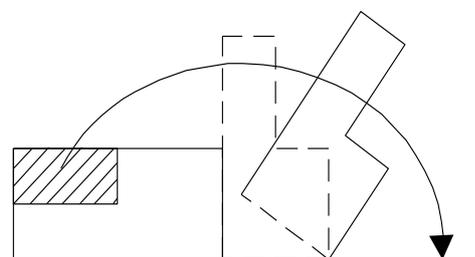
По характеру возделывания на П. вспашка бывает:

1. отвальная вспашка

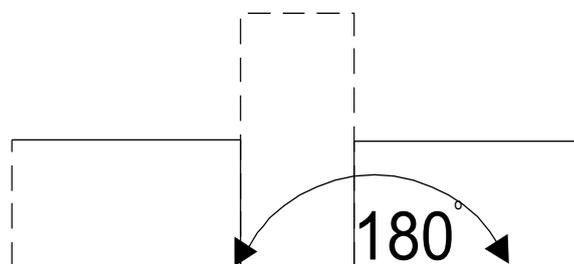
- взмет пласта (без предплужников для заделки органических удобрений для перепашки пара, при вспашке после уборки пропашных культур)



- культурная (с предплужником)



- оборот пласта применяют при вспашке задеревеневших П.; винтовыми отвалами



- гладкая вспашка без гребней и борозд (специальными плугами, применяют в рисосеянных и на небольших полях)

1. безотвальная вспашка - глубокое рыхление в степных районах

2. ярусная вспашка - обработка слоями

– двухъярусная, применяют
при закладке сада

I	II
II	I

– трехъярусная, пашут
солончаки

I	I
II	II
III	III

– вспашка с почвоуглублением
(П. с малым $A_{\text{пах}}$ меньше 20 см)

Агротехнические требования:

- должна выполняться в установленные сроки и на спелой П.
- глубина не менее 20 см, а на П. с малых пахотных горизонтов на всю его глубину (процентные отклонения 5% на ровных, 10% на неровных)
- полная заделка растительных остатков, сорняков и удобрений;
- смежность пашни (без глубоких борозд и высоких гребней)
- поворотные полосы должны быть запаханы.

1.4. Классификация и маркировка плугов

1. По типу корпуса или главного рабочего органа плуги разделяют на:

- лепешные (ЛП) в полеводстве
- дисковые (ПД) в лесном хозяйстве, для вспашки переувлажненных, тяжелых П.
- ротационные (ПР) для разделки задерневших пластов на лугах, садах, подсушенных болотах
- комбинированные (ПВ) на хорошо окультуренных П.
- чизельные (ПЧ) плуги, губокорыхлители для степных районов.

2. По способу соединения с трактором:

- прицепные ПЛ - имеют высокое качество сварки т.к. три точки опоры удерживают корпуса строго на заданной глубине

- навесные ПЛН удобство в работе: легче, дешевле, быстрота, полностью висит на тракторе
- полунавесные ПЛП занимают по всем показателям промежуточное значение

3. По числу корпусов:

- однокорпусные (конные, садово-огородные, для маленьких пер.)
- многокорпусные (от 2 до 11)

Марка: ПЛН-3-35 (число корпусов, ширина захвата)
 ПЛП-В-35

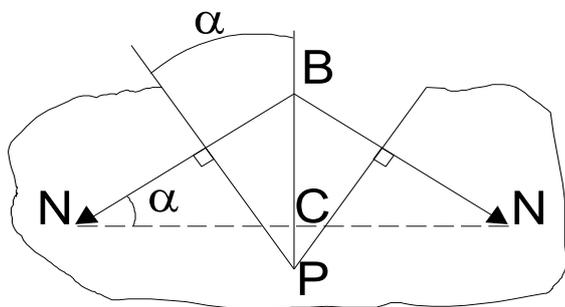
4. По назначению:

- общего назначения (в полеводстве)
- специальные: кустарниково-болотные (ПКБ -75), плонтажные (ППН 4-40), садовые (ПС4-30), для каменистых П (ПКГ-50-40), для гладкой пахоты (ПОН 2-30-оборот) ярусные (ПЯ 3-35)

1.5. Взаимодействие клина с П.

Рабочие органы многих СХМ имеют форму клина: лемех, отвал, лапа культиватора, сошник сеялки, ножи режущих аппаратов и т.д. Любую поверхность можно разделить на элементарные клинья. Широкое применение клина объясняется простым изготовлением; при малых осевых силах P можно получить значительную нормальную силу N разрушающую

материал.



Из треугольника ABC:

$$\sin \alpha = \frac{P}{2N} \Rightarrow N = \frac{P}{2 \sin \alpha}$$

Пример: при $\alpha=10^\circ$ $N \approx 3P$

$$\text{при } P = N \sin \alpha \approx 0,5$$

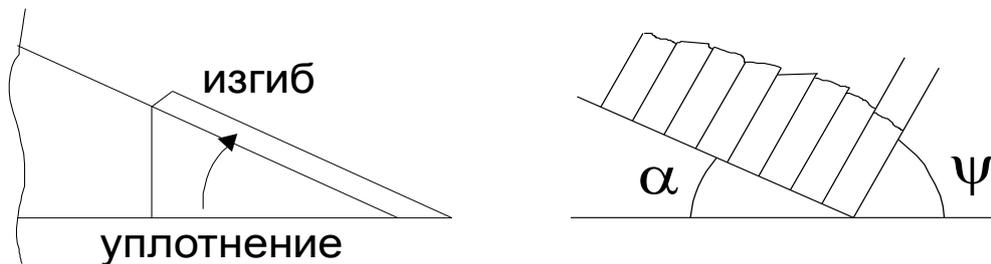
$$\alpha=30^\circ$$

т.е. $\alpha \geq 30^\circ$ - выигрыша нет, экономически выгодное орудие, т.к. разрушает П. растяжением грани, α клин соприкасается с П. называется рабочим. По их числу клинья бывают:

- одногранные (диски борон и луцильников)
- двухгранные (зубья борон, рыхлительные лапы культиватора, ножи)
- трехгранные (корпус плуга, стрелчатая лапа).

Работа клина в П. протекает с повторяющимися по времени циклами. Каждый цикл может включать 4 фазы:

1 фаза уплотнение с перемещением



2 фаза изгиб пласта

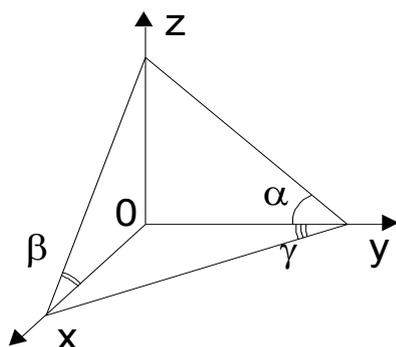
3 фаза скалывание $\psi = f(\alpha, \varphi)$

4 фаза излом, крошение

Затем все эти фазы повторяются, но проявляются по-разному на разных типах почвы:

- песчаные и супесь -1 фаза
- глинистые и суглинки - 3 и 4 фаза
- задерневшие - 1 и 2 фазы

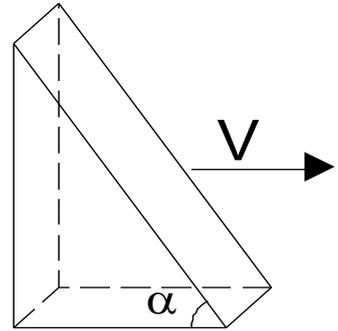
При вспашке обычными плугами необходимо выполнить не только указанные ф-ии (фазы), но и поверхность его, а итак же сдвинуть в сторону



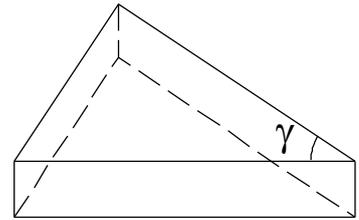
$$\text{tg } \alpha = \text{tg } \beta \cdot \text{tg } \gamma$$

Выделим элементарные клинья

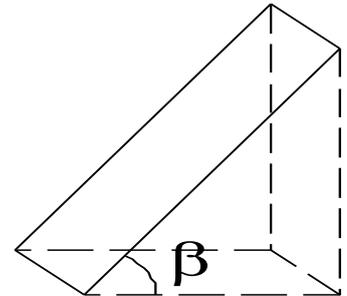
- 1) // пл-ти XO: крошит пласт, изменение угла α (угол крошения), изменяет интенсивность крошения



- 2) // пл-ти XOY: сдвигает пласт в сторону



- 3) // пл-ти YOZ: оборачивает пласт β (угол поворота пласта)



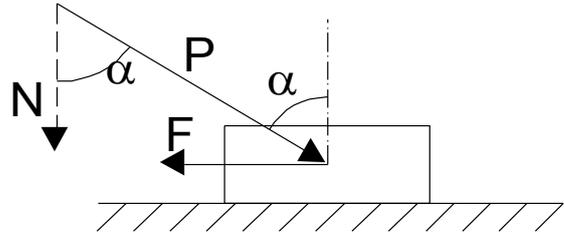
Изменение этих углов дает криволинейную поверхность корпуса плуга различной формы:

- цилиндрической ($\iota = \text{const}$, β - мало меняемый, α - значительно) хорошо крошит, но плохо оборачивает пласт; на хорошо окультуривает П. и на предплужниках.
- культурный (ι - незначительно; β -значительно) хорошо крошит и оборачивает, на плугах.
- полувинтовой (α, β, ι - изменяется) лучше оборачивает пласт, меньше его раскрашивает; для распашки залежей, полей с сорняками.
- винтовой (сильно изменяется β , α и ι - не существенно), пласт оборачивает не раскрашивая.

1.6. Условия движения материалов по рабочим поверхностям.

Движения на горизонтальной поверхности:

P - внешняя сила
 F - движущая сила
 N - нормальная сила
 $F_{тр}$ - сила трения

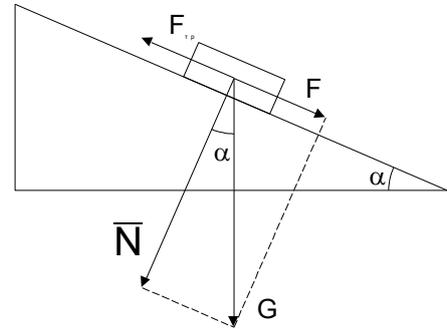


$F \gg F_{тр}$ - условие

движения из Δ сил $F = N \operatorname{tg} \alpha$, $F_{тр} = fN = N \operatorname{tg} \varphi$, тогда $N \operatorname{tg} \alpha \geq N \operatorname{tg} \varphi \Rightarrow \alpha \geq \varphi$
 - условие движения где нет зависимости от P возникает понятие конуса трения ($\alpha \geq \varphi$ при вершине, любая P внутри конуса тр. не дает движения)

Движение по клину вниз:

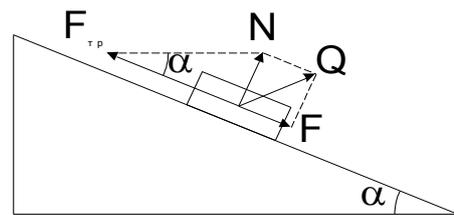
F - движущая сила
 N - нормальная сила
 $F_{тр}$ - сила трения
 G - сила тяжести



$F \gg F_{тр}$ - условие движения из Δ сил $F = N \operatorname{tg} \alpha$, $F_{тр} = fN = N \operatorname{tg} \varphi$, тогда $\alpha \geq \varphi$ условие движения вниз по клину для самоочистки т.к. $\varphi_{\max} = 42^\circ$ - почва о сталь, то $\alpha > 42^\circ$ - для надежной самоочистки .

Движение по клину вверх:

$\Sigma Q = P$
 Q - внешняя сила к частям
 $F \gg F_{тр}$ - условие движения
 вверх



из Δ сил $\operatorname{tg} \alpha = \frac{N}{F} \Rightarrow$

$F = \frac{N}{\operatorname{tg} \alpha}$; но $\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} = \operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{tg} (90^\circ - \alpha)$, тогда $F = N \operatorname{tg} (90^\circ - \alpha)$, а $F_{тр} = N \operatorname{tg} \varphi$,

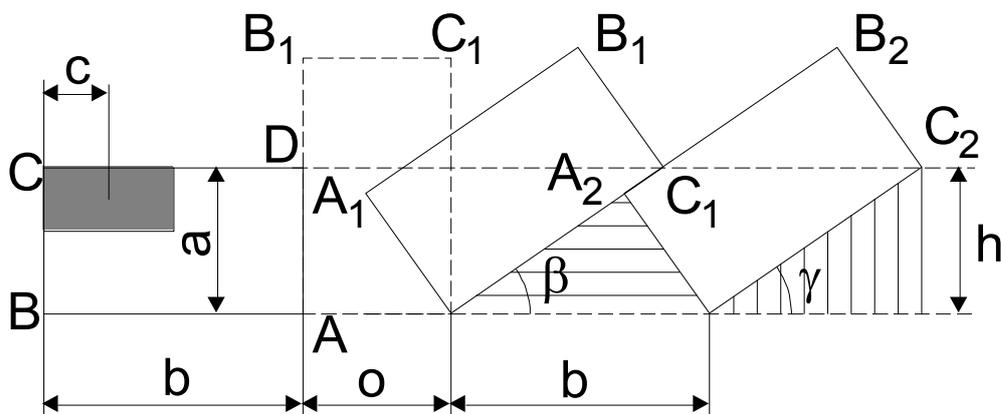
тогда $90 - \alpha \geq \varphi$,

$\alpha \leq 90 - \varphi$ условие движения вверх. Надежное $\alpha < 90 - \varphi_{\max} = 90 - 42$; $\alpha <$

48°

1.7. Работа корпуса плуга. Устойчивость пласта.

Нож плуга или полевой обрез самого корпуса отрезает пласт в $\approx 1,5$ а.



ABCD по линии BC шириной b и глубиной a . Лемех подрезает пласт снизу по линии AV. Отвал оборачивает пласт сначала вокруг точки A до вертикального положения, затем крыло отвала поворачивает пласт относительно точки D и приваливает его к противоположному пласту $A_2B_2C_2D_2$. Пространство $CVDA_1D$ называется профилем борозды. Положение отвального пласта определяется углом наклона δ и высотой точки стыка пластов h .

Из треугольника $D_1A_2D_2$:

$$\sin \delta = \frac{A_2D_2}{D_1D_2} = \frac{a}{b}$$

$$\sin \delta_n = \frac{a-c}{b}$$

$\Delta D_1A_2D_2 = \Delta D_2C_2E$ (так как прямоугольные с равными острыми углами)

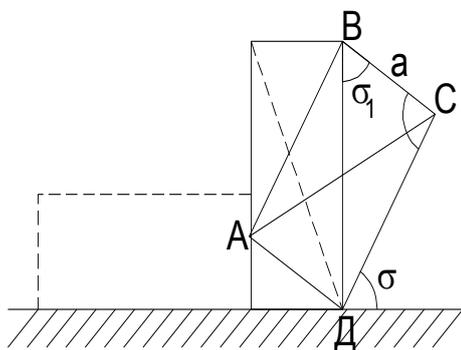
$$h = a$$

При работе с предплужником, α вырезает пласты глубиной C , пласт опрокидывается больше, а значит $\sin \delta_n = \frac{a-c}{b}$, а $h_n = 0,9 \times b$

Из уравнения для угла δ следует, что с увеличением глубины a растет угол δ , пласт встает круче, центр тяжести его смещается влево и когда он будет над точкой опоры, положение пласта будет неустойчивым и пласт

может опрокинуться назад в борозду, особенно при вспашках связных почв.

При этом диагональ сечения пласта будет вертикальна.



$\delta = \delta_1$ – неустойчивое равновесие

$$\sin \delta = \sin \delta_1 \quad \sin \delta = \frac{a}{b}, \quad a$$

$$\sin \delta_1 = \frac{CD}{BD}$$

$CD = b$, $BD = \sqrt{a^2 + b^2}$, то решение

$$\frac{a}{b} = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}; \quad k = \frac{b}{a} = 1,27$$

$b = 1,27a$; $a = 0,8b$ после преобразования:

$$a \times \sqrt{a^2 + b^2} = b^2$$

$$a^4 + a^2 b^2 - b^4 = 0 \text{ делим на } a^4: 1 + \frac{b^2}{a^2} - \frac{b^4}{a^4} = 0;$$

обозначим $\frac{b}{a} = k$ и смени знаки: $k^4 - k^2 - 1 = 0$

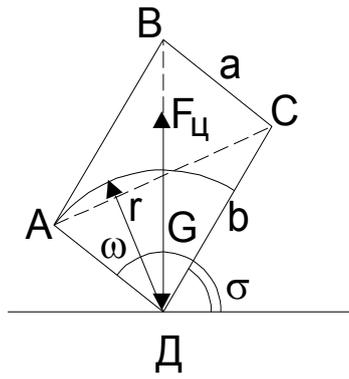
биквадратное уравнение, где $x = \pm \sqrt{-\frac{1}{2} \pm \sqrt{\left(-\frac{1}{2}\right)^2 - (-1)}}$;

$$x = 1,27; \quad k = \frac{a}{b} = 1,27$$

Для стандартного корпуса шириной захвата 35 см $a=27$.

1.8. Предельная рабочая скорость плуга.

При повороте пласта не желателен отрыв его от дна борозды.



G – сила тяжести

$F_{ц}$ – центробежная сила

Для этого $F_{ц} < G$, так как $F_{ц} = m\omega^2 r$ и $G = mg$, то

$$m\omega^2 r = mg ; \omega^2 r < g,$$

где ω – угловая скорость, рад/с;

r – радиус поворота, ц.т., м;

m – масса, кг

g – ускорение свободного падения.

$$\omega < \sqrt{\frac{g}{r}}$$

В момент неустойчивого равновесия центр тяжести повернется на угол

β и пласт может соскальзывать с рабочей поверхности, так как далее он может сам опрокинуться.

$$t = \frac{\beta}{\omega} \quad (\text{а}), \text{ где } \beta \text{ (рад)}$$

в течении этого же времени пласт должен находиться на рабочей поверхности длиной l , α движется со скоростью V_m (скорость плуга)

$$t = \frac{l}{V_m} \quad (\text{б}); \quad \frac{\beta}{\omega} = \frac{l}{V_m}$$

$$\beta \times V_m = \omega \times l, \quad \text{отсюда:} \quad V_m = \frac{l \times \omega}{\beta}, \text{ подставляем}$$

$$\boxed{V_m = \frac{l}{\beta} \times \sqrt{\frac{g}{r}}} \quad - \text{максимальная скорость плуга.}$$

$$\text{Из } \Delta \text{ ВСД}; \quad r = \frac{\text{ВД}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\beta = \pi - \sigma \quad \beta = \pi - \arcsin\left(\frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right) - \text{через синус}$$

$$\beta = \pi - \arctg \frac{b}{a} - \text{через тангенс}$$

Таким образом $V_m = f(l; a; b)$, а для конкретного корпуса l и b равны const, то $V_m = f(a)$. Чем больше a , тем меньше σ , тем меньше β , тем больше V_m .

1.9. Тяговое сопротивление. КПД плуга (формула Горячкина).

При работе плуга на его рабочие органы действуют различные сопротивления, меняющиеся как по величине, так и по направлению. Поэтому учесть их полностью сложно, так как дифференциальные уравнения составляют трудноразрешимую задачу, то Горячкин предложил учитывать только основные сопротивления, записав их в виде суммы:

$$P = P_1 + P_2 + P_3,$$

где $P_1 = f G$ — мертвое сопротивление;

$P_2 = k a b n$ – сопротивление почводеформации;

$P_3 = \xi \rho a b n V_m^2$ – сопротивление отбрасывания пласта.

Мертвое сопротивление зависит от веса плуга и всех сопротивлений, возникающих при его движении в раскрытой борозде.

$$P_1 = f \times G,$$

где G – вес плуга;

f – коэффициент общего сопротивления.

Определяем P_1 протаскиванием плуга в раскрытой борозде.

Сопротивление пласта деформации зависит от сечения пласта и удельного сопротивления деформации, определяемые свойствами π .

$$P_2 = k a b n,$$

где k – удельное сопротивление (Па);

a – глубина пласта;

b – ширина пласта;

n – количество пластов.

Сопротивление пласта отбрасыванию зависит от массы пласта и скорости его отбрасывания. Пласт приобретает движение, получает импульс силы от плуга. По закону механики импульс силы равен количеству движения.

$P \times \Delta t$ – импульс силы

$m (V_m - V_k)$ – количество движения

$V_m = V_{пл}$ – скорость пласта;

$V_k = 0$

$$P_3 \times \Delta t = m \times V_{пл} \quad \text{делим на } \Delta t$$

$$P_3 = \frac{m}{\Delta t} \times V_{пл}; \quad \frac{m}{\Delta t} \text{ – секундная масса}$$

$$\frac{m}{\Delta t} = a \times b \times n \times V_m \times \rho$$

так как $V_{пл} = \xi \times V_m$, тогда

$$P_3 = a \times b \times n \times V_m \times \rho \times \xi \times V_m \text{ и окончательно}$$

$$P_3 = a \times b \times n \times \rho \times \xi \times V_m^2$$

тогда формула академика Горячкина приобретает вид:

$$P = f \times G + k \times a \times b \times n + a \times b \times n \times \rho \times \xi \times V_m^2$$

$$f = 0,5 \quad k = 20 \text{ кПа} \quad - \text{ жнивье}$$

$$f = 1 \quad k = 30-40 \text{ кПа} \quad - \text{ клевер}$$

$$\xi = 1,0-1,3 \quad \rho = 1500 \text{ кг/м}^3 \quad - \text{ уплотненная почва}$$

для ПЛП-6-35 при $V_m = 12 \text{ км/ч}$ на $a = 20 \text{ см}$ $P = 33 \text{ кН}$

Коэффициент полезного действия плуга – отношение работ в хозяйстве ($A_{\text{пол}}$ – полезная, $A_{\text{зат}}$ – затраченная)

$$\text{КПД} = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{зат}}} = \eta$$

$$\text{так как } A = P \times S \text{ и } S = \text{const}, \quad \text{то } \eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P};$$

$$P_{\text{пол}} = P_2 + P_3 = P - P_1, \quad \text{тогда } \eta = \frac{P - P_1}{P} = 1 - \frac{P_1}{P};$$

Так как P_1 меньше P , то КПД меньше 1, $\eta_{\text{пл}} = 0,7$.