

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основы проектирования сельскохозяйственных машин

Направление подготовки (специальность) 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| 1. Конспект лекций..... | 3 |
| 1.1 Лекция №1Проектирование бороны | 3 |
| 1.2 Лекция№2Проектирование режущих аппаратов..... | 8 |
| 1.3 Лекция №3Проектирование молотильного аппарата..... | 15 |
| 2.Методические указания..... | 20 |
| 2.1 Лабораторная работа № ЛР-1Профилирование лемешно – отвальной поверхности (ЛОП) корпуса плуга..... | 20 |
| 2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Расчет параметров плуга..... | 24 |
| 2.3 Лабораторная работа № ЛР-3Проектирование зубовой бороны..... | 27 |
| 2.4 Лабораторная работа № ЛР-4Типы режущих аппаратов. | 31 |
| 2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Расчет молотильного аппарата..... | 33 |

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция №1 (2 часа).

Тема: «Проектирование бороны»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Типы борон
2. Особенности взаимодействия рабочих органов с почвой.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

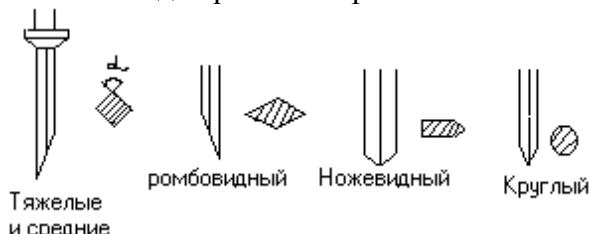
1. Типы борон

Зубовые бороны, рабочие органы которых отличаются слабо выраженнымными формами рабочих элементов на ряду с рыхлением, осуществляют перемешивание почвы и вырывание растительности.

Зубовые бороны типа зигзаг в зависимости от веса бороны приходящейся на 1 зуб изготавливают в трех вариантах:

1. Легкие 0,4-1,0 кг массы на один зуб
2. средние 1,3-1,8 кг
3. Тяжелые 1,9-2,3 кг

Зубья борон зигзаг выполнены в виде прямых стержней.



Лугопастбищные бороны

2. Особенности взаимодействия рабочих органов с почвой.

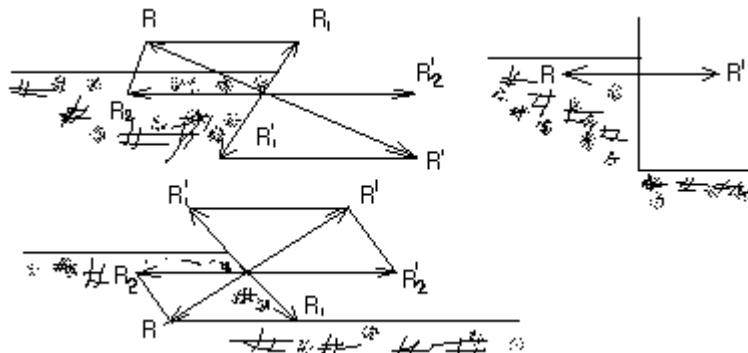
Если пренебречь трением и считать, что сопротивление R' со стороны почвы или корешка растения попавшего на пути зуба нормальным к рабочей грани или ребру последнего, то

слагающая R_1' вдоль зуба будет действовать вниз. Стремясь заглубить зуб если $\alpha < \frac{\pi}{2}$ и

вверх если $\alpha > \frac{\pi}{2}$

Зуб со своей стороны действуя на частицу или корешок с силой R будет стремиться вытянуть то и другое на поверхность с силой R_1 если $\alpha < \frac{\pi}{2}$ и наоборот заглубит если

$$\alpha > \frac{\pi}{2}$$



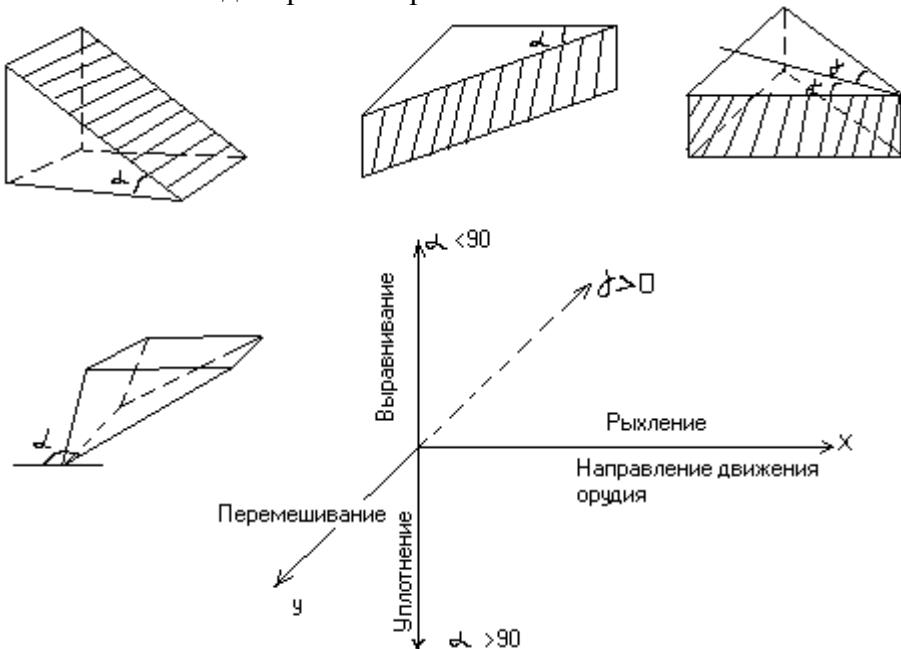
Бороны, культиваторы снабжаются безотвальными рабочими органами – зубьями, лапами. Назначение указанных рабочих органов определяется агротехническими требованиями применительно к предпосевной обработки почвы.

Бороны предназначены к поверхностной обработке почвы и снабжаются короткими часто расставленными и жестко укрепленными на раме зубьями.

Указанными рабочими органами осуществляются следующие процессы.

1. Рыхление
2. вырывание сорняков
3. Перемешивание почвенных частиц, и выравнивание поверхности.

Все эти процессы можно осуществить простыми элементарными клиньями при соответствующим их перемещении. Так для выдергивания или подрезании корней сорных растений используется простой клин с горизонтальным ребром и рабочим углом α перемещение такого клина одновременно рыхлит пласт.



1. Для рыхления и выравнивания применяется простой клин с горизонтометром и $\alpha = \frac{\pi}{2}$
2. Для перемешивания частиц применяется простой клин в вертикальным ребром с углом γ или клин двухсторонний с симметрично расположенным рабочими гранями.
3. Для уплотнения применяется простой клин с горизонтальным ребром и тупым углом α .
4. Движение клиньев по оси x вызывает рыхление, при этом перемещение клина с углом $\alpha < 90$ сопровождается подъемом частиц почвы и выдергиванием растительности. Если угол $\alpha > 90$, то имеет место опускание частиц (уплотнение). Наличие клина с углом γ сопровождается раздвиганием частиц почвы в сторону и перемешивание.

Теория и расчет машин и механизмов и орудий для дополнительной обработки почвы

Размещение лап на раме культиватора

Для обоснования правильного расположения рыхлящих и подрезающих лап на раме культиватора можно воспользоваться следующими допущениями.

1. Усилие с которым плоский клин действует на почвенный пласт отклоняется от нормали N на угол трения φ
2. Опасные сечения H_1 и H_2 по которым может разрушаться пласт располагаются под некоторым углом Q симметрично к силе R

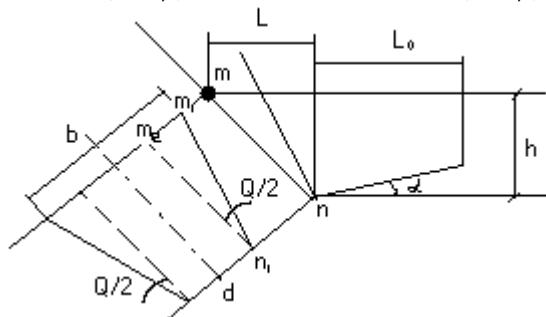
Вес это дает основание считать, что в среднем скальвание не существенно отклоняется от R . На основании этого предположения (которые впрочем подтверждено опытным путем) построим схему для обоснования размещения лап. Пусть лапа шириной d перемещается в почве, погруженная на некоторую глубину h .

Пред полой область деформации будет ограничена прямой mn расположенной под углом φ к нормали. С боковых сторон плоскостями составляющими с направл. mn угол $Q/2$, тогда ширина захвата b будет

$$b = d + 2m_2m_1$$

$$m_2m_1 = m_2n_1 \tan Q/2 = m_1n_1 \tan Q/2$$

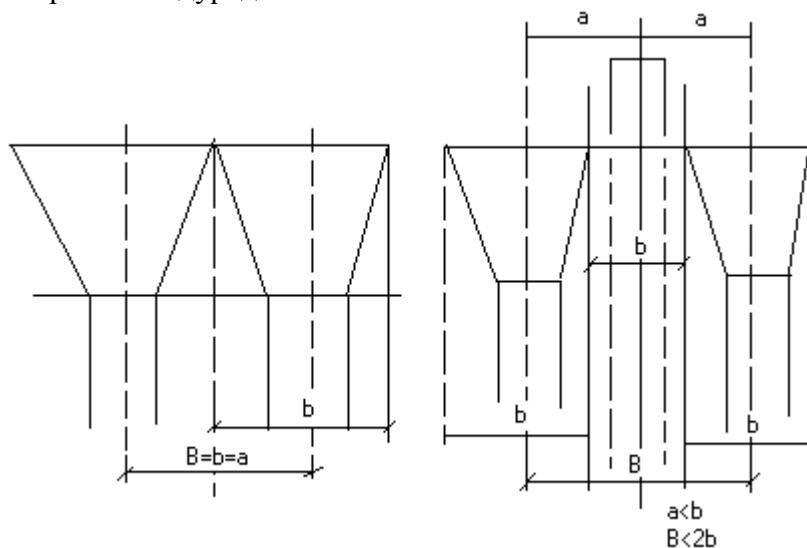
$$m_1n_1 = \frac{h}{\cos(\alpha + \varphi)} \text{ - тогда } b = d + \frac{2ht \tan Q/2}{\cos(\alpha + \varphi)}$$



B -расстояние между лапами в ряду

b -ширина захвата лапы

a -ширина между рядами



Если лапы в одном ряду, то для осуществления сплошной обработки надо их поставить на расстоянии $B=b$ друг от друга, в этом случае $a=b$, чтобы не забивались лапы надо увеличить B , тогда расположенный в несколько рядов для двух нужно выполнить условие $2b > B > ba < b$

а расстояние L между рядами лап должно быть больше $L+L_0$ т.к. этим можно устраниить забивание между рядами лап или зубьев

$L=\text{htg}(\alpha + \varphi)$ тогда,

$L=L_0+\text{htg}(\alpha + \varphi)$

Для культиваторов с рыхлительными лапами при глубоком рыхлении установлены следующие размеры

$a=25\text{cm}$, $B=50\text{cm}$, $L=50\text{cm}$

при мелком рыхлении

$a=14-15\text{cm}$, $B=28-30\text{cm}$.

Для культиваторов с плоскорежущей лапой основания для расстановки теже, только захват каждой лапы перекрывается на величину $\Delta b=40-80\text{mm}$

Это перекрытие позволяет подрезать

сорняки и не допускать огнеков от

прямолинейного движения. Так

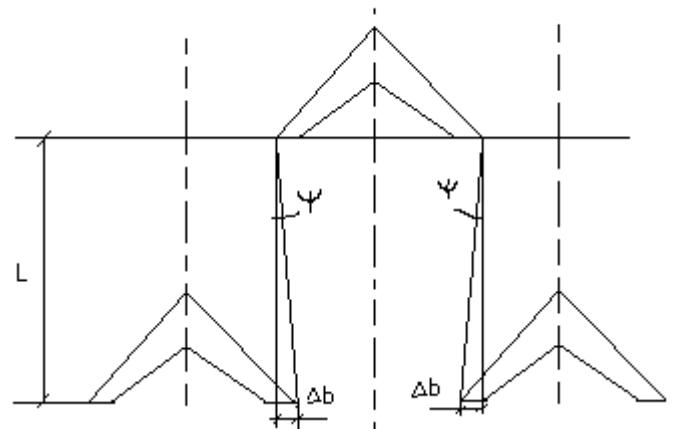
перекрытие $\Delta b=50\text{mm}$ позволяет

культиватору уклониться от

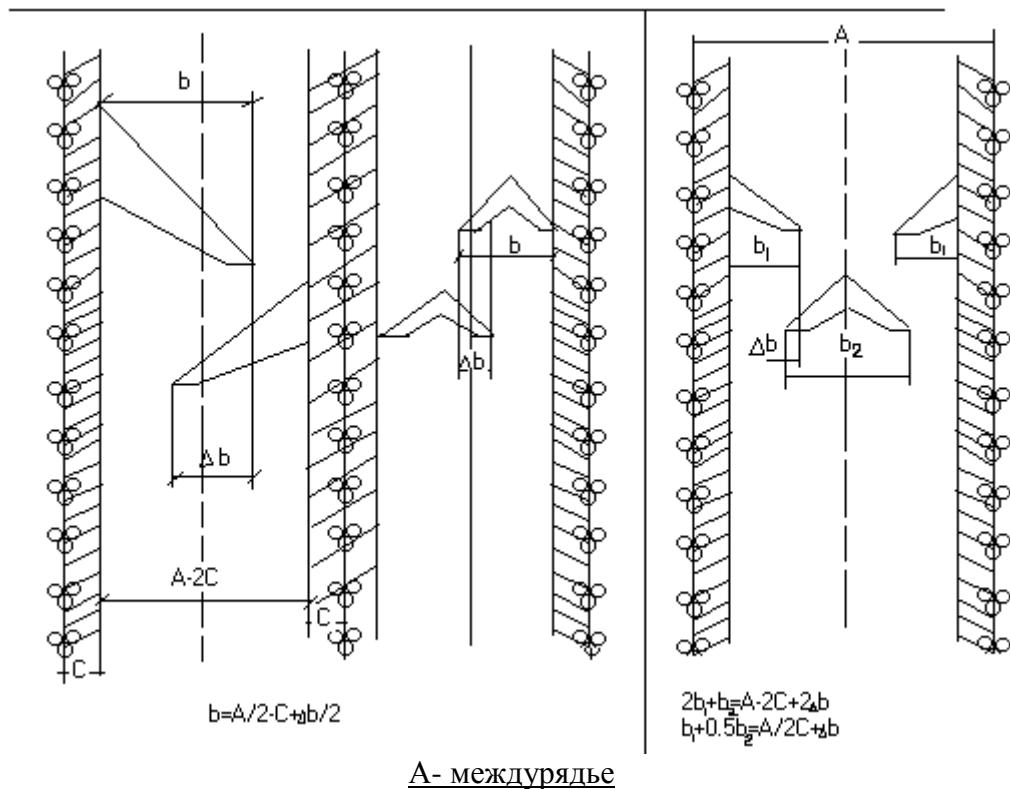
прямолинейного хода на угол $\psi = 5^0 45'$

Определенный из соотношения

$\text{tg } \psi = \Delta b/L = 50/500 = 0,1$



Ходовое размещение полольных лап



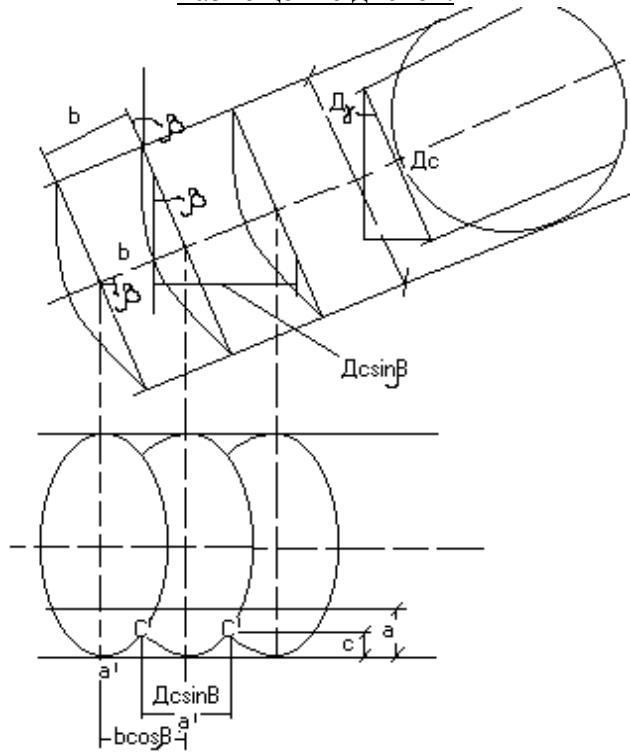
С- защитная зона

Δ b- перекрытие

при использовании готовых лап отсюда можно определить перекрытие

$$\Delta b = 2(b+c) - A = 2(350+50) - 700 = 100 \text{мм.}$$

Размещение дисков.



Диски размещены на расстоянии b диаметров D

β -угол атаки

а- глубина обработки

С- высота гребней

$$a'a' = c'c' - c'c' = Dc \sin \beta - a'a' = b \cos \beta \text{ отсюда}$$

$Dc \sin \beta = b \cos \beta \mid b = Dc \operatorname{tg} \beta \mid Dc - \text{хорда погружения диска на глубину } C$

$Dc = 2\sqrt{(D - C)} \text{ тогда}$

$$b = 2 \operatorname{tg} \beta \sqrt{C(D - C)}$$

очевидно, что для определения b нужно задаваться C

В существующих конструкциях $b=170$ -бороны, $b=165-250$ - лущильники, рекомендуется для легких почв $25 < \beta < 30$ при $C=50$

Для тяжелых $30 < \beta < 35$ при $C=35\text{мм.}$

1.2 Лекция №2 (2 часа).

Тема: «Проектирование режущих аппаратов»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Площадь нагрузки.
2. Продольный отгиб. Поперечный отгиб.
3. Определение высоты стерни

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Площадь нагрузки.

На диаграмме резания выделить площадь нагрузки. Это площадь поля, с которой скашиваются стебли каждым лезвием за один ход ножа.

На рис.6 и 7 площадь нагрузки выделена штриховкой по контуру.

Сверху и снизу площадь нагрузки ограничена траекториями крайних точек лезвий (синусоиды), боковые границы совпадают с осями пальцев. Отрезки прямых, ограничивающих площадь нагрузки в зонах действия

пальцев, проводятся под углом $\beta + \phi_2$ к горизонтали (см. точки а, е, с и др. на рис. 6).

Доказано, что

$$F_H = S \cdot h \text{ (м}^2\text{)}$$

У двухпробежных аппаратов на первом пальце скашивается 64 % всей площади, на втором 36 %.

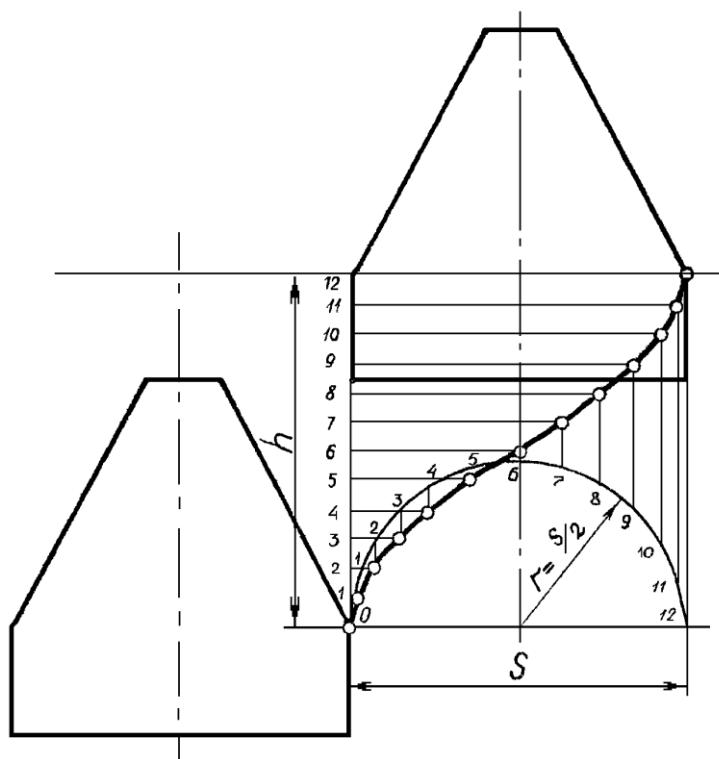


Рис.5. Построение траектории движения нижней точки лезвия (аппарат центрированный однопробежный)

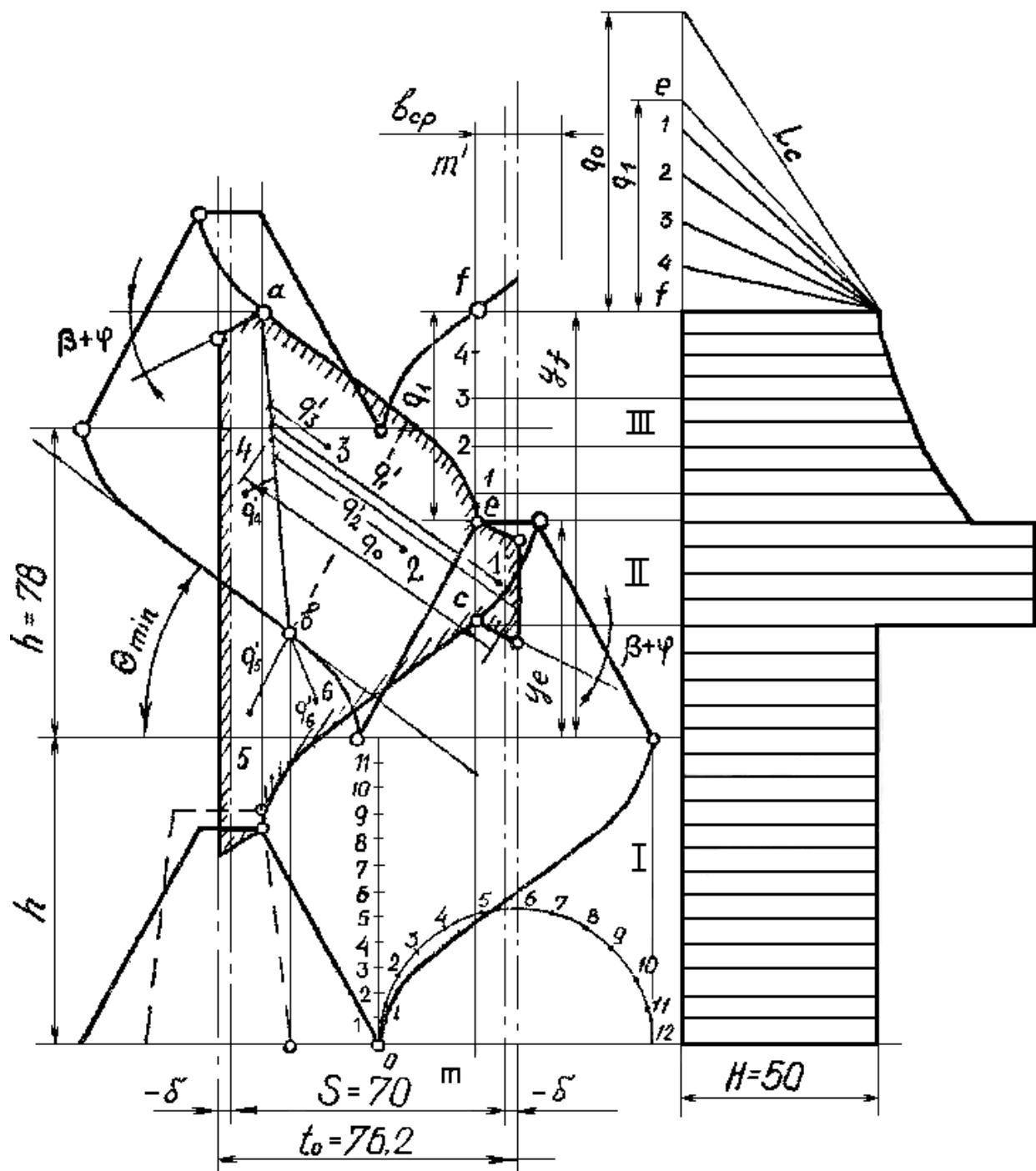


Рис. 6. Диаграмма резания и график изменения высоты стерни (аппарат однопробежный с недобегом ножа)

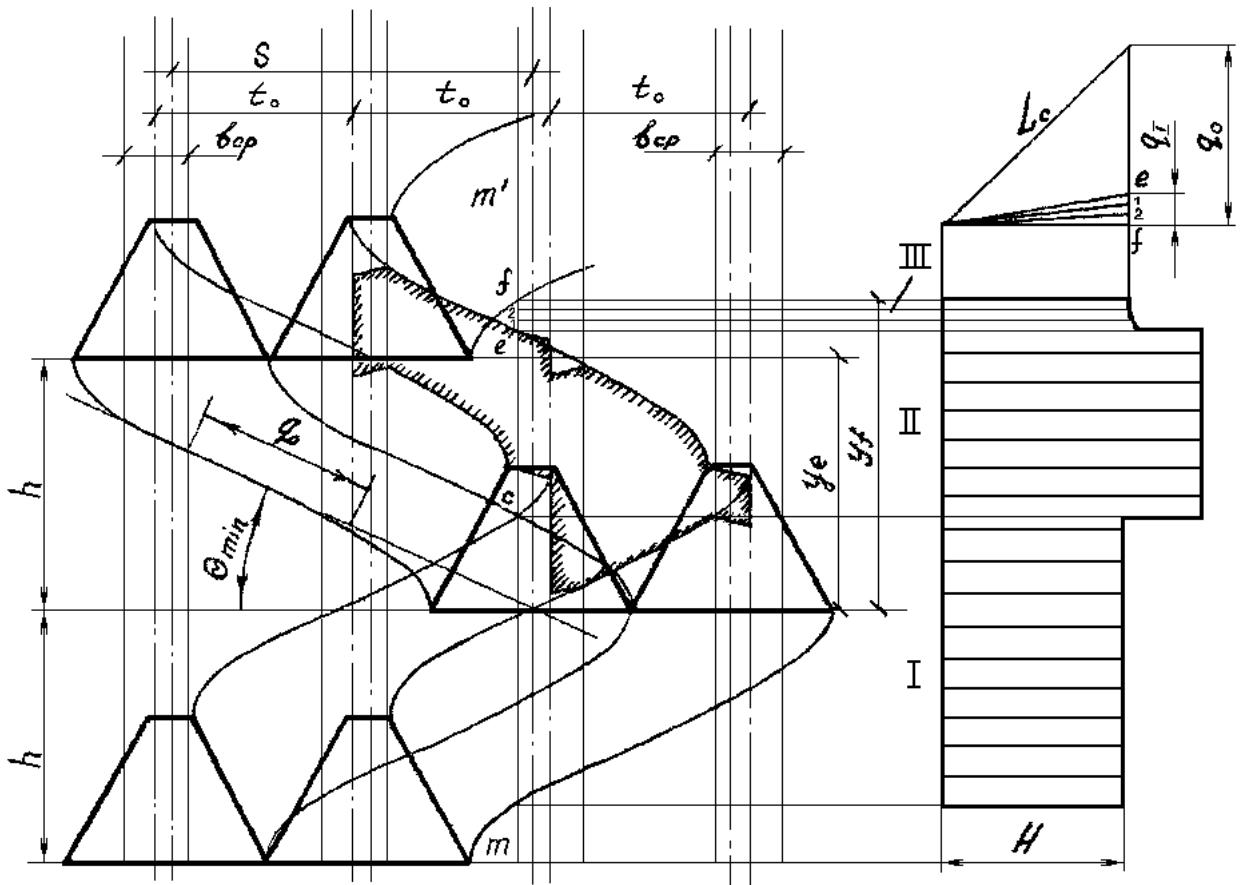


Рис. 7. Диаграмма резания и график изменения высоты стерни (аппарат двухпробежный с недобегом ножа)

Определить количество стеблей, срезаемых лезвием за один ход ножа:

Однопробежный аппарат: $v=Shk$

Двухпробежный аппарат: $v=0,64Shk$

Количество стеблей на кв. метре можно принять: для косилок $k=10\dots12$ тыс. шт.; для жаток $k=300\dots350$ шт.; для грубостебельных жаток $k=8\dots12$ шт..

2. Продольный отгиб. Поперечный отгиб.

Рас считать наибольший поперечный отгиб:

$$q_0 = \left(t_0 - \frac{b_{cp}}{2} \right) \cdot \sqrt{1 + \tan^2 \theta} ;$$

где $tg = \frac{h}{\pi \cdot r}$; θ - угол поперечного отгиба;

$$b_{cp} = \frac{b_1 + b_2}{2}$$

Рассчитать наибольший продольный отгиб:

$$q_1 = y_f - y_e;$$

где

$$y_f = \frac{h}{\pi} \cdot \left[\arccos \left(1 - \frac{x_f}{r} \right) + \pi \right];$$

$$y_e = \frac{h}{\pi} \cdot \left[\arccos \left(1 - \frac{x_e'}{r} \right) \right] + h';$$

$$h' = L - e$$

$$\text{Для однопробежных аппаратов: } x_f = r + \frac{b_{cp}}{2};$$

$$x_e' = \frac{b_{cp} - b}{2} - \text{если аппарат центрированный (} S = t_0);$$

$$x_e' = \frac{b_{cp} - b}{2} + \delta - \text{если имеется перебег (} S > t_0);$$

$$x_e' \approx h' - \text{если имеется недобег (} S < t_0);$$

Для двухпробежных аппаратов:

$$x_f = \frac{B + b_{cp}}{2};$$

$$x_e' = r + \frac{b_{cp} - b}{2}.$$

Окончательный выбор скорости вращения кривошипа

Сопоставьте значения наибольшего продольного и поперечного отгибов. Для косилок продольной отгиб должен быть меньше поперечного или, в крайнем случае, приблизительно равняться ему- $q_1 \leq q_0$

Для жаток допустимо некоторое превышение продольного отгиба над поперечным, но чем меньше продольный отгиб, тем меньше вероятности потерь колосьев.

Если при сопоставлении отгибов условие не выполняется, нужно увеличить частоту вращения кривошипа ω , вновь рассчитать подачу и отгибы, сравнить их. И так, до тех пор, пока не получим желаемого соотношения отгибов.

Увеличивать ω необходимо понемногу, так как это ведет к резкому увеличению сил инерции и затрат мощности на работу аппарата. Поэтому, выбрав ω , желательно сразу подсчитать потребную мощность (см. пункт 4.9) и сравнить ее с затратами мощности на работу режущих аппаратов существующих машин этого же класса.

Принимая во внимание соотношение отгибов и затраты мощности, выбрать окончательно частоту вращения кривошипа. Это значение ω использовать во всех последующих расчетах и графических построениях.

4.Ускорение ножа

Ускорение ножа найдем, дифференцируя уравнение скорости сегмента:

$$r \ddot{t} = dt/dx = j \square \cos \square^2, \text{ м/с}^2. \quad (1.10)$$

Если вместо $\cos \omega t$ подставим его значение из уравнения (1.5), то получим:

Это уравнение прямой линии, т.к. величины r и ω постоянны.

При $x = 0$ $j_x = r\omega^2 = j_{max}$;

при $x = r$ $j_x = 0$; при $x = 2r$ $j_x = -r\omega^2$. Характер зависимостей $V' = f(x)$ и $j' = f(x)$ для дезаксиального механизма показан на рисунке 1.17 пунктирными линиями, максимальная скорость в этом случае на 7-9 % больше, чем у центрального

Рисунок 1.17 График изменения скорости и ускорения ножа механизма, разница

отклонения максимальных ускорений не превышает 7 %. Сдвиг между максимальными значениями скоростей и ускорений для механизмов этих типов по углу поворота

кривошипа составляет 16-18°. Ввиду небольшого различия в кинематических показателях центрального и смещенного

3.Определение высоты стерни

График изменения высоты стерни строится (М 1:1) для одного продольного ряда стеблей mm^1 (рис.6, 7), расположенного вдоль кромки пальца.

Справа от диаграммы резания проведем вертикальную линию, она изображает поверхность поля. Параллельно ей на расстоянии H (высота среза) покажем линию движения режущего аппарата. Очевидно, что стебли ряда mm^1 на участке от m до s срезаются без отгиба и их стерня будет равна высоте установки режущего аппарата H , покажем это горизонтальной штриховкой в зоне 1.

На участке се стебли испытывают максимальный поперечный отгиб $-q_0$. Для определения высоты их стерневых остатков строим треугольник с катетами H и q_0 , гипотенуза дает высоту стерни (зона П).

На участке ef стебли испытывают продольный отгиб. Чтобы определить высоту стерни этой группы стеблей, разделим отрезок ef соответствующий наибольшему отгибу q_1 , на произвольное число равных частей. Количество частей берется тем больше, чем длиннее отрезок ef . Затем строим треугольник с катетами H и q_1 . Катет q_1 разделим на то же число частей. Через точки деления (1, 2, 3 и т.д.) и вершину треугольника проводим лучи, затем каждый луч переносим на график (зона 3) против соответствующей точки отрезка ef на диаграмме. Соединив концы перенесенных лучей плавной кривой, завершаем построение графика.

Построенный график показывает стерню одного продольного ряда стеблей.

Средняя высота среза

Для определения средней высоты среза, площадь нагрузки разделим на фигуры. В пределах каждой фигуры стебли должны иметь однотипный отгиб (поперечный - сегментом, поперечный - пальцем или продольный). Желательно, чтобы фигуры имели правильную форму (параллелограмм, пирамида, треугольник и т. п.) или близкую к ней.

На рис.6. например, площадь нагрузки разделена на 6 фигур.

Расчетом или любым другим способом (планиметрирование, наложение миллиметровой кальки) определяем площадь каждой фигуры $-f_1', f_2', f_3'$ и т. д. Затем находим центр каждой фигуры и отгиб стебля, расположенного в центре q_1', q_2', q_3' и т.д. Зная отгибы, можно подсчитать высоту стерни каждого стебля по формуле:

$$e_i' = \sqrt{q_i'^2 + H^2}$$

или графически, как показано на рис. 8.

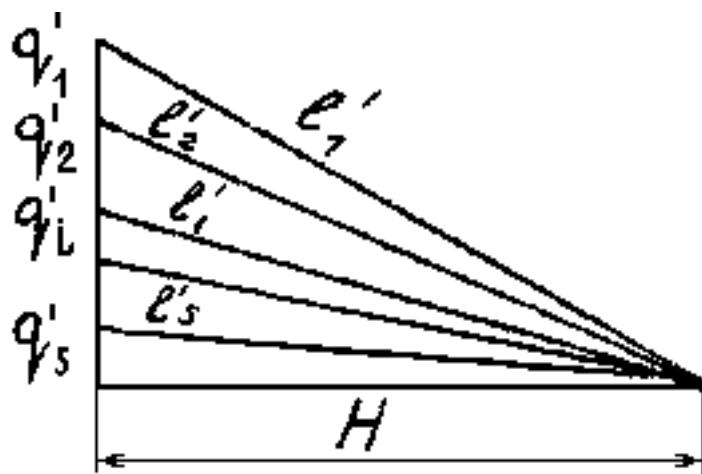


Рис. 8. Определение средней высоты стерни в пределах фигур 1, 2, 3 и т.д.

Средняя высота среза рассчитывается по формуле:

$$L_{cp} = \frac{e_1 \cdot f_1 + e_2 \cdot f_2 + \dots + e_n \cdot f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}$$

Дать заключение о влиянии отгиба на высоту среза стеблей и потери.

1.3 Лекция №3 (2 часа).

Тема: «Проектирование молотильного аппарата»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Расчет бильного аппарата.
2. Ускорение барабана. Приход и расход ускорения .
3. Критическая скорость барабана

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Расчет бильного аппарата

Технологический процесс работы молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна

Молотильно-сепарирующее устройство (МСУ) современного зерноуборочного комбайна (рис.1) включает молотильный барабан 1 с решётчатым подбарабаньем 2, отбойный битер 3, клавищный соломотряс 4 и очистку, состоящую из транспортной доски 5, верхнего решета 6 с удлинителем 7, нижнего решета 8, скатной доски 9, зернового 10 и колосового 11 шнеков и вентилятора 12.

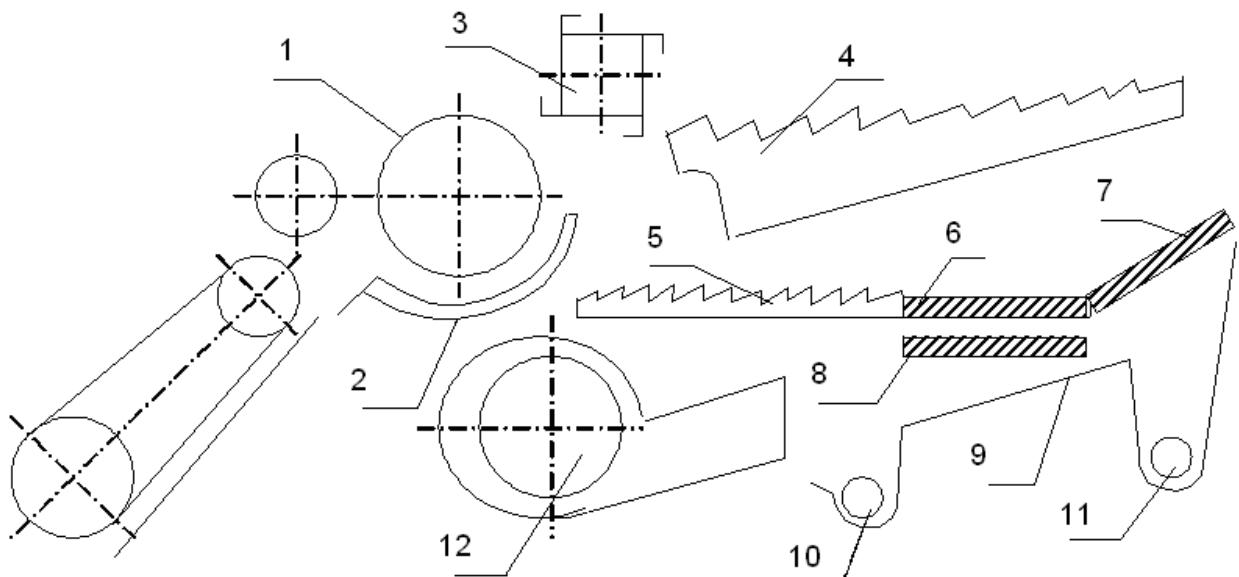


Рис. 1. Схема молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна: 1-барабан, 2- подбарабанье, 3-отбойный битер, 4-соломотряс, 5-транспортная доска, 6- верхнее решето, 7- удлинитель, 8- нижнее решето, 9- скатная доска, 10- зерновой шнек, 11- колосовой шнек, 12- вентилятор

Независимо от способа уборки зерновых культур, работа МСУ происходит следующим образом. При встрече стеблей и колосьев с бичами вращающегося молотильного барабана происходит удар бичей по обмолачиваемой массе, затем масса

захватывается бичами и протаскиваются в сужающийся зазор по неподвижным поперечным планкам подбарабанья. Под действием удара и перетирания хлебной массы происходит обмолот колосьев, в результате которого получается свободное зерно, полова, мелкие и крупные частицы соломы, семена сорняков и др. примеси.

На решётчатом подбарабанье происходит первичная сепарация массы, 80...95% зерна и большинства мелких примесей - мелкий ворох, проходит через решётчатое подбарабанье на транспортную доску очистки. Остальная масса – соломистый ворох, выбрасывается молотильным барабаном к отбойному битеру, который подаёт его на соломотряс. Соломотряс, перебрасывая ворох в направлении от барабана к соломокопнителю, выделяет мелкий ворох, который по глухому днищу клавиш поступает на очистку комбайна. Транспортная доска и верхнее решето с удлинителем, как единый транспортно-сепарирующий рабочий орган, совершают колебательное движение, а через решето и удлинитель продувается воздушный поток, создаваемый вентилятором.

Таким образом, происходит отделение примесей от зерна, которое просеивается через верхнее, затем через нижнее решёта и по скатной доске поступает в зерновой шнек и транспортируется в бункер. Соломистые частицы и полова подхватываются воздушным потоком и выносятся в копнитель, а не обмолоченные колосья попадают на удлинитель верхнего решета, проваливаются через его отверстия в колосовой шнек и транспортируются на повторный обмолот.

Основы теории и технологического расчёта молотильных аппаратов были разработаны российскими учеными академиком В.П. Горячким, профессорами М.А. Пустыгиным, Н.С. Комаровым и др.

Как видно из технологического процесса работы молотильного аппарата, выделение зерна из колоса происходит за счет удара, перетирания и сжатия колосьев в молотильном зазоре. Как сформулировал академик В.П. Горячким, энергия работающего молотильного барабана расходуется на ударное изменение скорости обмолачиваемых колосьев, масса которых непрерывно присоединяется к массе барабана и затем покидает его.

2. Ускорение барабана. Приход и расход ускорения .

Если обозначить силу удара P_1 , время действия удара dt , массу по которой производится удар dm и окружную скорость барабана v , то, используя теорему механики об импульсе силы, можно записать:

$$P_1 \cdot dt = dm \cdot v \quad (1)$$

откуда:

$$P_1 = \frac{dm}{dt} \cdot v, \quad (2)$$

где $\frac{dm}{dt} = m'$ - секундная подача массы в молотилку.

Так как, кроме удара барабан производит перетирание массы, то полная сила воздействия барабана на обмолачиваемую массу будет:

$$P = m' \cdot v + P_1 \cdot f, \quad (3)$$

где f - коэффициент перетирания.

Из выражения (3) видно, что:

$$P = \frac{m' \cdot v}{1-f} \quad (4)$$

Мощность, расходуемая барабаном на обмолот, равна Pv , или:

$$N = \frac{m' \cdot v^2}{1-f} \quad (5)$$

Памятуя о том, что барабан совершают вращательное движение, последнее выражение можно записать в виде:

$$N = J \cdot \omega \cdot \frac{d\omega}{dt} = \frac{m' \cdot v^2}{1-f} \quad (6)$$

Это выражение называется уравнением академика В.П. Горячина для молотильного барабана и определяет расход мощности только на выполнение технологического процесса обмолота. Это уравнение можно интерпретировать следующим образом: мощность развиваемая двигателем комбайна передается барабану, который расходует ее для своего ускорения, но ускорение поглощается подачей хлебной массы и барабан вращается равномерно.

Затраты энергии на преодоление барабаном вредных сопротивлений определяются по формуле

$$N_1 = A\omega + B\omega^3, \quad (7)$$

где $A\omega$ – мощность, необходимая для преодоления трения в подшипниках,

$B\omega^3$ – мощность, необходимая для преодоления сопротивления воздуха.

Из уравнения В.П. Горячина находится критическая угловая скорость вращения молотильного барабана. Для её определения введено два понятия:

1) приход углового ускорения (кривая 1, рис.2.):

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{N}{J\omega} \quad (8)$$

Расчет расхода ускорения барабана

2) расход углового ускорения (прямая 2, рис.2.):

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{m'v^2}{J\omega(1-f)} = \frac{m' \cdot \omega \cdot r_0^2}{J(1-f)}. \quad (9)$$

3. Критическая скорость барабана

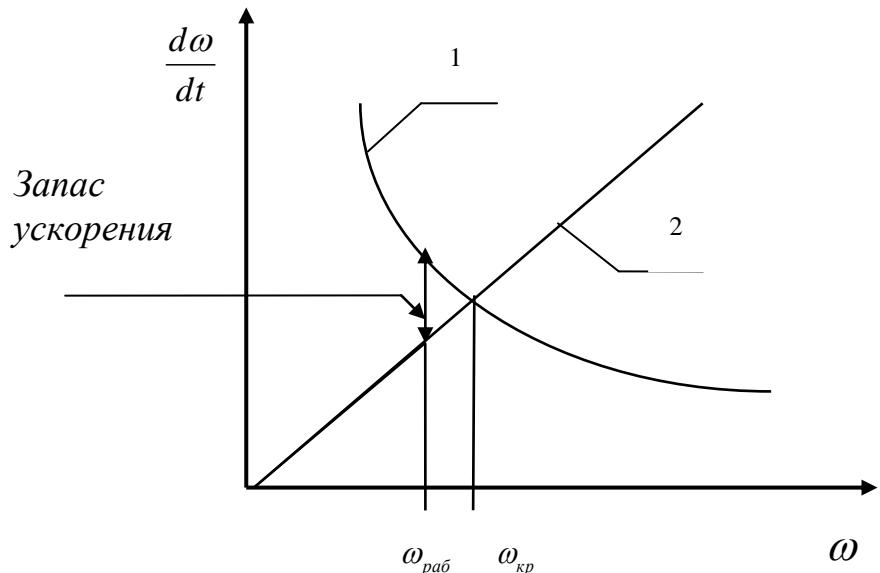


Рис.2. Графическое определение критической угловой скорости барабана
Равенство прихода и расхода угловых ускорений определяет критическую
угловую скорость вращения молотильного барабана

$$\omega_{kp} = \sqrt{\frac{N \cdot (1-f)}{m' \cdot r_0^2}}, \quad (10)$$

где r_0 - радиус молотильного барабана.

Для того чтобы приход ускорения был больше расхода, т.е. был бы запас ускорения на преодоление перегрузок, рабочая частота вращения молотильного барабана ω_{pab} должна быть меньше критической.

Расчет диаметра барабана

С учётом заданной пропускной способности $q=5,6$ кг/с выбираем ширину молотильного барабана – 1200мм.

Определяем суммарную длину всех бичей по выражению:

$$\ell_c = \frac{q}{q_0} = \frac{5,6}{0,5} = 11,2 \text{ м}$$

где: $q_0=0,5$ кг/с м – допустимая секундная нагрузка на единицу длины бича;

q – пропускная способность кг/с;

Определяем число бичей на барабане:

$$Z = \frac{\ell_c}{L_B} = \frac{11,2}{1,2} = 9,3$$

Принимаем $Z=10$

Определяем диаметр D молотильного барабана, обеспечивающий обмолот заданной культуры и определяем частоту вращения барабана:

$$D = \frac{\vartheta \cdot \Delta t \cdot Z}{\pi} = \frac{30 \cdot 0,00628 \cdot 10}{3,14} = 0,6 \text{ м}$$

где: $\vartheta = 28..32 \text{ м/с}$ - окружная скорость барабана

$\Delta t = 0,0045 \dots 0,0075$ - промежуток времени между ударами бичей;

Определяем скорость и частоту вращения барабана:

$$w = \frac{\vartheta}{R} = \frac{30}{0,3} = 100 \text{ рад/с}^{-1}$$

$$n = \frac{30 \cdot \vartheta}{\pi} = \frac{30 \cdot 100}{3,14} = 955,4 \text{ об/м}$$

Определяем длину подбарабанья:

$$L_{под} = \frac{\pi \cdot D \cdot \alpha}{360} = \frac{3,14 \cdot 0,6 \cdot 120}{360} = 0,628 \text{ м}$$

$\alpha = 120^\circ$ - угол обхвата барабана деки

Определяем момент инерции I барабана по отношению:

$$\frac{I_0}{I} = \left(\frac{D_0}{D} \right)^2$$

где, $I_0 = 8 \text{ кгм}^2$ - момент инерции барабана;

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).

Тема: «Профилирование лемешно – отвальной поверхности (ЛОП) корпуса плуга»

2.1.1 Цель работы: Освоить методику профилирования рабочей поверхности корпуса плуга, построения ее поперечно- и продольно-вертикальных и горизонтальной проекций, а также определения ее основных характеристик (ширины захвата, глубины обработки, высоты рабочей поверхности углов $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \Delta$).

2.1.2 Задачи работы:

1. Снять координаты рабочей поверхности корпуса.
2. Вычертить три ее проекции: поперечно-вертикальную, горизонтальную и продольно-вертикальную.
3. Определить основные характеристики исследуемой рабочей поверхности корпуса плуга.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Профиломер
2. корпус плуга
3. транспортир, чертежные принадлежности

2.1.4 Описание (ход) работы:

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

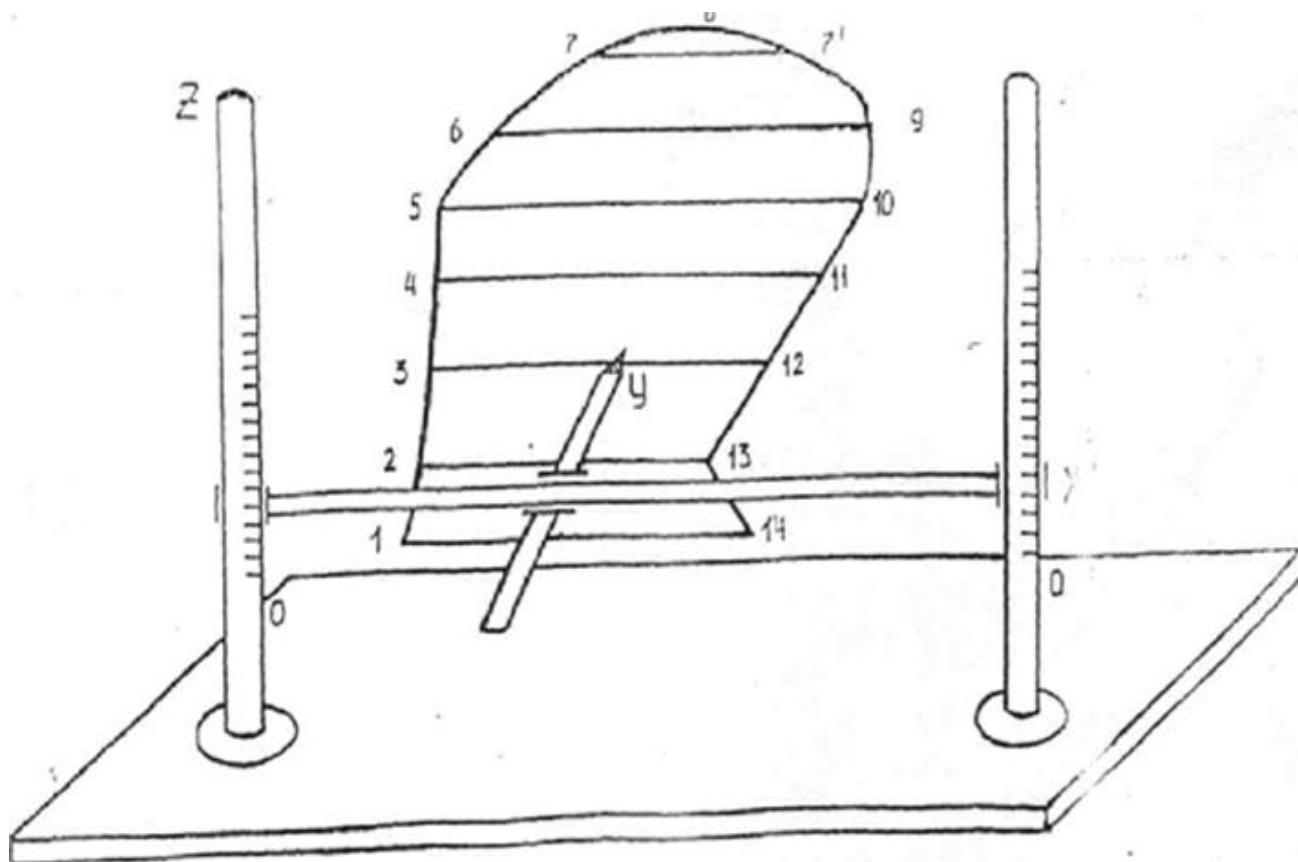
На платформу установить исследуемый корпус плуга (рис. 1) так, чтобы линия лезвия лемеха 1-14 находилась выше нулевой отметки по шкале Z, либо совпадала с ней, а линия полевого обреза 1-5 должна располагаться в вертикальной плоскости, параллельной оси X.

Корпус плуга должен быть расположен на платформе профиломера таким образом, чтобы крыло отвала 9-13 не пересекало ось X и находилось бы от нее на некотором удалении.

На рабочей поверхности корпуса плуга отмечаем характерные точки (точки стыка и точки перегиба):

- Т. 1 - носок лемеха (стык линии лезвия лемеха 1-14 и полевого обреза корпуса 1-5);
- Т.2 - стык лемеха с отвалом по линии полевого обреза корпуса 1-5;
- Т.5 - стык линий полевого 1-5 и верхнего 5-10 обрезов корпуса;
- Т.8 - самую верхнюю точку верхнего обреза корпуса 5-10;
- Т.9 - стык верхнего 5-9 и бороздового 9-13 обрезов отвала;
- Т. 13 - стык отвала с лемехом по линии бороздового обреза корпуса 11-13-14;
- Т. 14 - пятка лемеха.

Для точности профилирования рабочей поверхности между указанными точками выделяем дополнительные точки таким образом, чтобы линия полевого обреза корпуса 1-5 была равномерно разделена примерно на равные отрезки. Через дополнительные точки 3,4... строим образующие, параллельные линии лезвия лемеха 1-14. Противоположные концы образующих нумеруем. Таким образом рабочая поверхность корпуса плуга подготовлена нами к профилированию. Далее с помощью профиломера снимаем координаты отмеченных на рабочей поверхности точек по осям X, Y и Z и записываем их в таблицу 1



КООРДИНАТЫ ТОЧЕК РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСА ПЛУГА

ТАБЛИЦА 1

По координатам точек, представленных в таблице 1, строим три проекции рабочей поверхности корпуса плуга на отдельном листе в масштабе 1:5 (Рис.2), приняв координаты первой точки за 0. Значения координат других точек определяются по разности координаты точки в таблице 1 и координаты первой точки по данной шкале, принятой за 0.

Из построения на горизонтальной проекции (IV квадрант) определяем координаты левых (1,2,7) и правых (14,13,7') точек соответствующих образующих, указанных в табл 1, а также начальное уо, минимальное y_{min} и максимальное

ymas

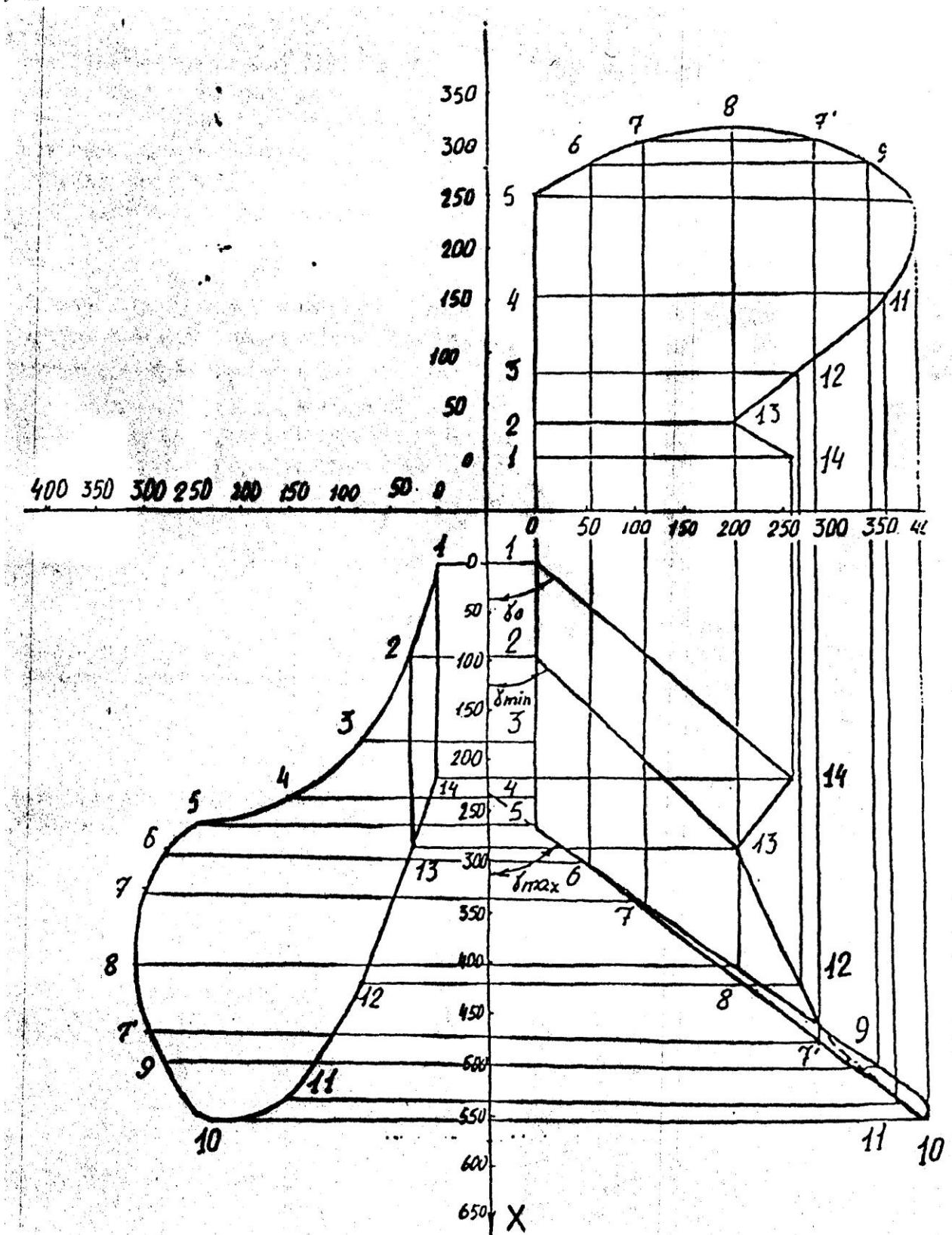


Рис.2.Проекции рабочей поверхности корпуса плуга

значения угла образующей со стенкой борозды (осью x). Найденные значения записываем в таблицу 2.

КООРДИНАТЫ КРАЙНИХ ТОЧЕК РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ОБРАЗУЮЩЕЙ ПРЯМОЙ НА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

ТАБЛИЦА 2

| Положения образующей прямой | Координаты | | | | | Угол γ , град. | |
|---|------------|-------|-------|--------|-------|-----------------------|--|
| | левая | | | правая | | | |
| | X, мм | Y, мм | Z, мм | X, мм | Y, мм | | |
| 1 Нулевое положение (совпадает с линией лезвия лемеха 1-14) | | | | | | $\gamma_0 =$ | |
| 2. В стыке лемеха с отвалом 2-13 | | | | | | $\gamma_{\min} =$ | |
| 3. Самая верхняя образующая 7-7' | | | | | | $\gamma_{\max} =$ | |

Сравнивая полученные значения углов γ_0 , γ_{\min} , γ_{\max} со стандартными (см. указанную литературу) для различных типов поверхностей, делаем заключение, что исследуемая рабочая поверхность относится к: полувинтовой, культурной, скоростной, цилиндрической (нужное подчеркнуть).

На поперечно-вертикальной проекции (1-квадрант, лобовой контур) строятся кривые для определения угла (β в различных сечениях рабочей поверхности. Заданное расстояние между секущими поперечно-вертикальными плоскостями

$$\Delta X = 100 \text{ мм.}$$

Во втором квадранте по найденным значениям тангенсов углов образующей со стенкой борозды ($\gamma_0, \gamma_{\min}, \gamma_{3-12}, \gamma_{4-11}, \gamma_{5-10}, \gamma_{6-9}, \gamma_{7-7}$) необходимо построить кривую изменения угла γ в зависимости от высоты расположения образующей на рабочей поверхности Z.

На продольно-вертикальной проекции строятся кривые для определения угла α . Заданное расстояние между секущими продольно-вертикальными плоскостями

$$\Delta Y = 100 \text{ мм.}$$

Из построения получаем:

1. Угол наклона отвального пласта с горизонтом $\delta = \dots$ град.
2. Угол оборота пласта: $\Delta = 180^\circ - \delta =$
3. Ширина захвата корпуса $b = \dots$ мм.
4. Предельно возможная глубина пахоты $a_{\text{пред}} = 0,8b = \dots$ мм.
5. Наибольшая разность $\Delta\alpha \dots$ град, в первом продольно-вертикальном сечении для определения угла α .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Исследуемая рабочая поверхность предназначена для отвальной обработки почвы на глубину $a = \dots$ мм с шириной захвата $b = \dots$ мм, при, максимальной высоте поверхности $H = \dots$ мм и производит при этом крошление и обрачивание.

2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).

Тема: «Расчет параметров плуга»

2.2.1 Цель работы: Освоить методику определения по заданным параметрам тягового сопротивления и КПД плуга, а также спроектировать полевую доску, обеспечивающую устойчивый ход плуга.

2.2.2 Задачи работы:

1. Определить тяговое сопротивление плуга P для заданных условий работы.
2. Определить предельное тяговое сопротивление плуга $P_{\text{пр}}$.
3. Определить КПД плуга для заданных условий работы η или для предельных $\eta_{\text{пр}}$.
4. Спроектировать полевую доску.
 - 4.1 Определить графически и расчетом длину полевой доски.
 - 4.2 Определить расчетом толщину полевой доски.
5. Дать краткую техническую характеристику плуга.

2.2.4 Описание (ход) работы:

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

| | |
|--|--|
| 1. Марка плуга | |
| 2. Глубина пахоты заданная | $a = \dots \text{ см}$ |
| 3. Глубина пахоты предельная | $a_{\text{пр}} = \dots \text{ см}$ |
| 4. Удельное сопротивление почвы заданное | $k = \dots \text{ Па}$ |
| 5. Удельное сопротивление почвы предельное | $k_{\text{пр}} = \dots \text{ Па}$ |
| 6. Вес плуга | $Q = \dots \text{ кг}$ |
| 7. Рабочая скорость агрегата | $V = \dots \text{ км/ч}$ |
| 8. Скоростной коэффициент | $\varepsilon = 200 \dots 1000 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$ |
| 9. Коэффициент протаскивания | $f = 0.2 \dots 0.4$ |
| 10. Угол лезвия лемеха со стенкой борозды | $\gamma_0 = \dots \text{ град}$ |
| 11. Угол трения почвы о сталь | $\varphi = 23 \dots 28^\circ$ |

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Тяговое сопротивление плуга для заданных условий работы агрегата определяем по рациональной формуле В.П. Горячина

$$P = Q \cdot f + a \cdot b \cdot n \cdot k + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot n \cdot V^2 \quad [\text{кгс}]$$
$$P =$$

где Q - вес плуга [кгс];

b - ширина захвата корпуса (определяем из марки плуга);

n - число корпусов плуга;

При подстановке значений параметров в формулу соблюдаем единую размерность.

2. Предельное тяговое сопротивление плуга $P_{\text{пр}}$ определим по аналогичной формуле, заменив в ней заданные параметры глубины пахоты и удельного сопротивления почвы предельными:

$$P_{\text{пр}} = Q \cdot f + a_{\text{пр}} \cdot b \cdot n \cdot k_{\text{пр}} + \varepsilon \cdot a_{\text{пр}} \cdot b \cdot n \cdot V^2 \quad [\text{кгс}]$$
$$P_{\text{пр}} =$$

3. КПД плуга для заданных условий определим по формуле:

$$\eta = a \cdot b \cdot n \cdot k / P$$

$$\eta =$$

Аналогично КПД плуга для предельных условий:

$$\eta_{\text{пр}} = a \times b \times n \times k / P$$

$$\eta_{\text{пр}} =$$

4. Проектирование полевой доски

4.1 Длину полевой доски определяем графически. Для этого в масштабе отложим ширину захвата корпуса: отрезок b . Из начала отрезка b вниз, перпендикулярно к нему, опустим луч, символизирующий собой стенку борозды, затем из начала отрезка b под углом γ_0 к стенке борозды построим линию лезвия

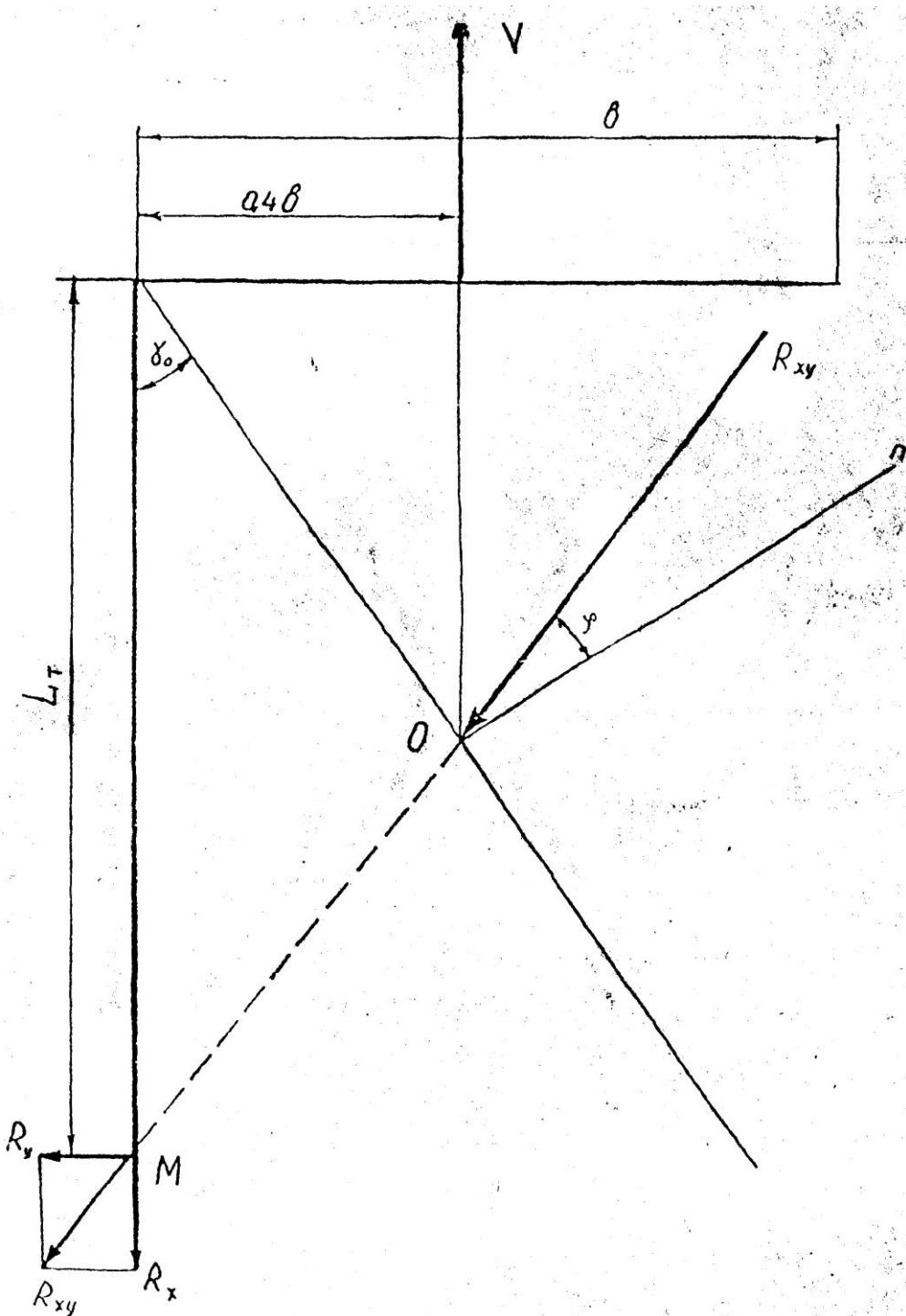


Рис.1. Графическое определение длины полевой доски

лемеха. По данным В.П. Горячкina вектор силы сопротивления почвы резанию R_{xy} в горизонтальной плоскости приложен к лезвию лемеха на расстоянии (0,3...0,5) вдоль его носка - т. О. Направление линии действия силы R_{xy} отклонено от нормали к лезвию лемеха в т. О на угол трения почвы по стали ϕ (см. исходные данные) в сторону направления движения корпуса.

Далее проводим линию действия силы R_{xy} до пересечения со стенкой борозды в т. М. Расстояние отточки пересечения линии действия силы R_{xy} со стенкой борозды от т. М до носка лемеха и будет являться теоретической длиной полевой доски.

Действительная длина полевой доски L_d приблизительно равна половине теоретической L_t :

$$L_d = 0,5 L_t =$$

4.2 При прочностном расчете полевой доски прежде всего необходимо определить составляющие R_x и R_y силы R_{xy} . Одна из них R_x направлена в сторону противоположную скорости движения корпуса V и определяется по формуле

$$R_x = P_{\text{пр}} * \eta_{\text{пр}} / n$$

$$R_x =$$

Составляющая R_y перпендикулярна направлению скорости V и именно она приводит к изгибу полевой доски. Величина ее определяется из выражения

$$R_y = (0,25...0,45) \times R_x = 0,35 \times R_x$$

$$R_y =$$

Сечение полевой доски прямоугольное с размерами $t \times h$,

где t - толщина

h - высота.

Высоту h для плугов общего назначения согласно [3] следует принимать 150... 180 мм, а для плугов-лущильников 60...80 мм. Задавшись высотой полевой доски h , толщину ее t определим по формуле :

$$t = \sqrt{6 \times R_y \times L_d / [\sigma] \times h}$$

$$t =$$

где $[\sigma] = 2000$ кгс/см допустимое напряжение изгибу выбранной стали.

5. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛУГА.

1. Марка плуга -
2. Число корпусов -
3. Ширина захвата корпуса -
4. Ширина захвата плуга -
5. Рабочая скорость движения -
6. Удельное сопротивление -
7. Глубина пахоты -
8. КПД -
9. Производительность - $W = 0,1 B_p V_p$ -
10. С каким трактором агрегатируется -
11. Назначение плуга -
12. Тип агрегатирования -
13. Вес плуга -
14. Конструктивные особенности -

2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).

Тема: «Проектирование зубовой бороны»

2.3.1 Цель работы: Изучить методику проектирования зубовых борон, рассчитать необходимое количество зубьев и построить схему их размещения на раме бороны.

2.3.2 Задачи работы:

1. Определить основные параметры бороны.
2. Построить зубовое поле бороны
3. Дать заключение об условиях работы зубьев бороны (выявить неуравновешенные зубья).
4. Определить конструктивные размеры бороны и ширину ее захвата, тяговое сопротивление и минимальную массу одного звена бороны.
5. Построить схему звена бороны с разными расстояниями между средними и крайними поперечными планками ($h > h_1$).

2.3.3 Описание (ход) работы:

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

1. Расстояние между следами зубьев $a = \dots$ мм
2. Число поперечных рядов зубьев $m = \dots$
3. Расстояние между поперечными планками $h = \dots$ мм
4. Число ходов развертки основного винта $k_1 = \dots$ шт
5. Число продольных планок (число зубьев в ряду) $N = \dots$
6. Направление средних участков продольных планок по основной А или дополнительной Б развертке

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И УКАЗАНИЯ

Зубья на раме бороны размещают с учетом выполнения следующих агротехнических требований:

1. Каждый зуб должен проводить самостоятельную бороздку.
2. Все бороздки должны находиться на равных расстояниях друг от друга.
3. Расстояние между зубьями на поперечной планке должно быть таким, чтобы не было забивания их промежутков комьями почвы и растительными остатками.
4. Левая и правая грани каждого зуба должны работать в одинаковых условиях; не должно возникать реактивных сил, стремящихся повернуть борону во время движения.

С целью выполнения этих требований зубовое поле такой бороны строят по развертке на плоскость двух многоходовых (основного и дополнительного) винтов. Зубья на раме бороны размещают в точках пересечения винтовых линий с образующими цилиндра или в точках пересечения винтовых линий.

1. Определение основных параметров зубового поля

При выборе параметров зубового поля соблюдают следующие условия:

1. Сумма заходов основного k_1 и дополнительного k_2 винтов должна быть равной числу поперечных рядов зубьев т.е.

$$k_1 + k_2 = m$$

2. Число рядов зубьев m и число заходов k не должно иметь общего множителя.

3. Продольные планки между первой и второй, четвертой и пятой образующими должны быть направлены по винтовой линии основного винта, а от второй до четвертой по винтовой линии дополнительного винта (вариант Б) и наоборот (вариант А). Длина развертки

$$L_p = h \cdot m; \quad L_p =$$

Расстояние между зубьями в ряду

$$b = m \times a ; b =$$

Шаг основного винта:

$$t_1 = k_1 x b; \quad t_1 =$$

Шаг дополнительного винта:

$$t_2 = k_2 x b; \quad t_2 =$$

2. Построение зубового поля бороны

В масштабе на отдельном листе на расстоянии h друг от друга строим образующие 1-1, 2-2, и т.д. в количестве $m + 1$.

На образующей 1-1 отложим отрезок $AB = t_1$

От т. А образующую 1-1 разделим на отрезки равные b .

Из т. В восстановим перпендикуляр BC и т. С соединить с т. А и с т. Д.

Линия AC - развернутая линия основного винта.

Линия CD - развернутая линия дополнительного винта. Вправо и влево от наклонных линий проводим ряд наклонных прямых, параллельных AC и CD и удаленных друг от друга на расстояния b .

Зубовое поле, построенное на $m + 1$ образующих, представляет полную развертку винта, в которой верхняя $m + 1$ образующая повторяет образующую 1-1. Поэтому длина бороны ограничивается образующими 1 и 5. Контуры наклонных продольных планок между образующими 2-4 варианты А выполняют по развертке основного винта, а варианты Б - дополнительного. И, соответственно, контуры продольных планок между образующими 1-2, 4-5 варианты А выполняют по развертке дополнительного винта, а варианты Б - по развертке основного винта.

3. Заключение о работе зубьев бороны.

Выбрав направление движения бороны, например, вверх, проводим следы от каждого зуба вниз. После этого необходимо дать заключение об условиях работы зубьев бороны. Уравновешенными зубьями считаются те, у которых силы, действующие справа и слева на грани зуба одинаковые. Это имеет место тогда, когда поле перед зубом справа и слева от него либо обработано, либо не обработано, предыдущими зубьями. Необработанным поле считается в том случае, если расстояние от исследуемого зуба до соседнего следа впереди идущего зуба составляет $\geq 2a$. Если это расстояние $< 2a$, то поле считается обработанным. Неуравновешенные зубья на чертеже следует обозначить вектором силы со стороны большего давления на зуб (под углом 45° к направлению движения).

4. Определение конструктивных размеров бороны, ширины захвата, тягового сопротивления и минимальной массы звена бороны.

По таблице I, ориентируясь по a и h , определить тип бороны и удельное давление на один зуб g кг/зуб.

ТАБЛИЦА 1

ТИП БОРОНЫ И УДЕЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ НА ОДИН ЗУБ

| a , мм | h , мм | Тип бороны | Удельное давление на зуб g , кг/зуб |
|----------|----------|------------|---------------------------------------|
| 30..45 | 200..250 | легкая | 0.6...1.0 |
| 40..55 | 300 | средняя | 1.2...1.5 |
| 55..80 | 400 | тяжелая | 1.6...2.0 |

Далее определяем:

1. Число зубьев бороны:

$$n=m N; \quad n=$$

2. Длина бороны:

$$Z=(m-1)h; \quad Z =$$

3. Ширина захвата звена бороны:

$$B_o = (n \pm 1) a; \quad B_o =$$

Знак (+) берется в том случае (см. чертеж), если на границах ширины захвата звена расстояние между следами (бороздками) зубьев равно $2a$. Знак (-) - если расстояние между следами по ширине звена бороны одинаковое, равное a .

4. Устойчивый ход бороны обеспечивается при условии, чтобы линия тяги проходила через точку следа центра тяжести бороны (для упрощения $h_c = h_3$), где h_3 длина зуба. Длина зуба выбирается в зависимости от типа бороны:

легкие- $h_3 = 100 \dots 140$ мм;

средние - $h_3 = 150 \dots 200$ мм;

тяжелые - $h_3 = 220 \dots 300$ мм;

Условие устойчивости хода бороны обеспечивается при $\alpha = \arctg (2 h_3 / Z)$;

$$\alpha =$$

где α - угол наклона линии тяги к горизонту.

5. Тяговое сопротивление одного звена бороны:

$$R = nk'; \quad R =$$

где k' - удельное сопротивление одного зуба принимают:

1.0... 1.5 кгс - для легких борон;

2.0...2.5 кгс - для средних борон;

4.0... 5.0 кгс - для тяжелых борон.

6. Минимальный вес звена бороны определяем из выражения:

$$Q_{min} = R \tan \alpha, \quad Q_{min} =$$

7. Фактический вес звена бороны определится исходя из условия обеспечения требуемого давления на 1 зуб;

$$Q_{\phi} = ng, [\text{кгс}]; Q_{\phi} =$$

8. Построим схему сил, действующих на борону (см. чертеж).

5. Построение схемы звена бороны с разными расстояниями между средними и крайними поперечными планками.

Так как зубья на крайних поперечных планках меньше забиваются комьями почвы и растительными остатками, то для уменьшения габаритов бороны и ее металлоемкости планки крайних образующих 1-1 и 5-5 могут быть приближены к образующим, соответственно, 2-2 и 4-4 на 100 мм для легких и средних борон и 150 мм для тяжелых.

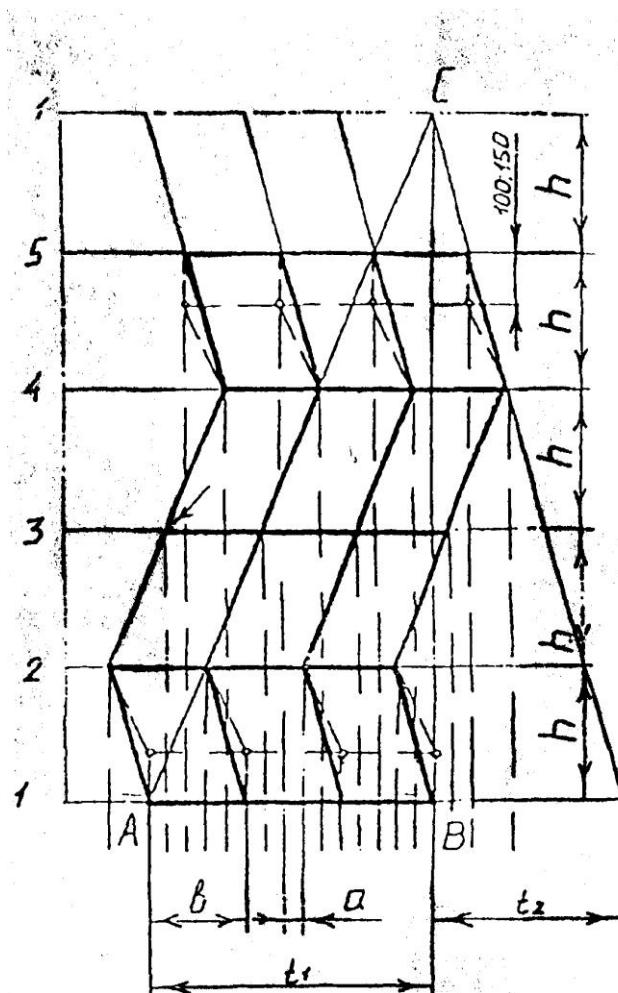


Рис.1а.Зубовая борона
типа “Зигзаг”

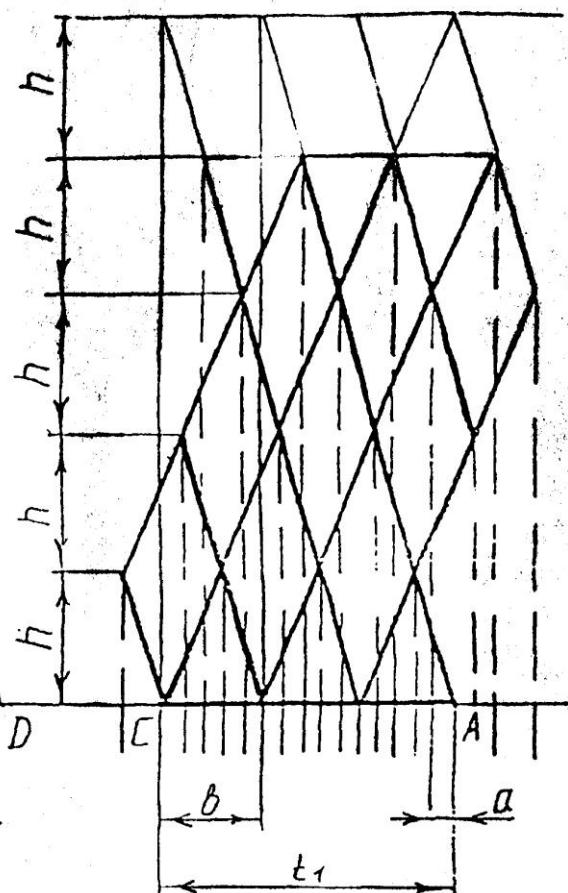


Рис.1б.Зубовая борона с
прямыми продольными
планкес

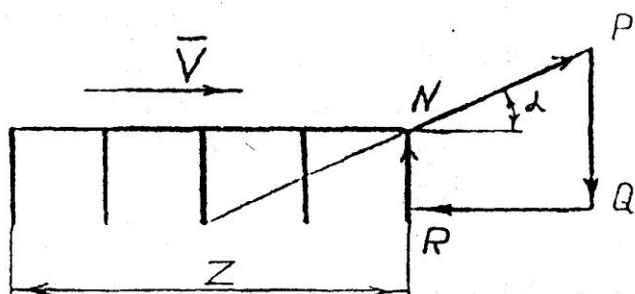


Рис.2. Силы,действующие на борону

Краткая техническая характеристика спроектированной бороны

1. Марка бороны -
2. Назначение -
3. Тип бороны -
4. Рабочая скорость -
5. Глубина обработки -
6. Вес бороны -
7. Ширина захвата -
8. Длина бороны -
9. Тяговое сопротивление -

2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).

Тема: «Типы режущих аппаратов»

2.4.1 Цель работы: Овладеть методикой проектирования режущего аппарата подпорного резания, выявить достоинства и недостатки спроектированного аппарата, указать пути устранения недостатков.

2.4.2 Задачи работы:

- 1.Подобрать сегмент и противорежущую пластинку.
- 2.Определить подачу, площадь подачи и площадь нагрузки, усилие, действующее на спинку ножа, наибольший поперечный отгиб, продольный отгиб
3. Построить графики:
 - 1) Пробега активной части лезвия (Диаграмма резания)
 - 2) Площади нагрузки.
 - 3) Рабочих скоростей резания и ускорений ножа.
 - 4) Изменения слагающей скорости вдоль лезвия.

2.4.3 Описание (ход) работы:

1. Аппараты нормального резания.

2.Достоинства и недостатки режущих аппаратов низкого резания

Сегментные срезающие устройства Сегментные срезающие устройства наиболее распространены в уборочных машинах, в основу положены рабочие элементы - сегменты, установленные на специальной пластине.

Срезающие устройства устройства

Сегментные Ротационные

Сегменно-пальцевые

Сегментные беспальцевые Дисковые Комбиниро-ванные

Барабанные

Нор-мального резания 1 пробежные

Нормального резания 2 пробежные

Низкого резания

Среднего резания

Одно-ножевые

Двух-ножевые

Расчетная часть

Дано: (см. приложение)

Тип машин –

Ширина захвата, м – $B =$

Скорость агрегата, м /с – $V_m =$

Частота вращения кривошипа, мин⁻¹ - $n =$

Высота резания, мм – $H =$

Порядок расчета:

1. В соответствии с назначением аппарата по ГОСТам подобрать сегмент и противорежущую пластинку. Выписать их основные размеры:

а) сегмент: $B =$ мм, $b =$ мм, $l =$ мм, $L =$ мм.

определить: б) высоту лезвия $h' = L - l =$

$$\frac{B - b}{2h'}$$

угол наклона лезвия $\operatorname{tg} \alpha = \frac{B - b}{2h'} =$

$\alpha =$

в) противорежущая пластина:

ширина переднего основания: $b_1 =$ мм,

ширина заднего основания: $b_2 =$ мм,

$$\frac{b_1 - b_2}{2h}$$

средняя ширина пластины: $b_{cp} = \frac{b_1 - b_2}{2h} = \frac{30 \cdot V_m}{30 \cdot V_m}$

2. Определить подачу: $h = \frac{n}{m}$, м =

где $V_m = \frac{c}{n}$; n мин⁻¹.

3. Площадь подачи и площадь нагрузки: $F = hS$, м² =

где S – ход ножа, м

4. Нагрузка на лезвие:

а) по площади: $f = Sh$, м² =

б) по количеству стеблей: $V = hf$, ст =

где h – количество стеблей на 1 м² (см. лекции)

$$\frac{Sn}{30}$$

5. Средняя скорость ножа: $V = \frac{Sn}{30}$ м/с =

6. Усилие, действующее на спинку ножа:

$$R = l(m \cdot \varpi^2 \cdot r + q), H =$$

$$r = \frac{s}{2} \text{ м} =$$

Где l – длина ножа, равная ширине захвата машины, м, $l =$

$$\frac{\kappa \sigma}{2}$$

м-масса 1пог. м ножа, $m = 2,3$ м

q макс- удельное сопротивление резанию, $q_{\text{макс}} = 600 \dots 700$, Н

7. Мощность, потребная для работы аппарата:

$$N = \frac{1,1lm\omega^3r^2}{2 \cdot 10^3}, \text{кВт} =$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{h}{\pi r} =$$

8. Угол, характеризующий направление поперечного отгиба стеблей

9. Наибольший поперечный отгиб (далее считать в мм)

$$q_0 = (t_0 - \frac{b_{cp}}{2}) \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \theta}, \text{мм}$$

10. Продольный отгиб: $q = y_f - y_e$ мм =

$$y_f = \frac{h}{\pi} \left[\arccos \left(1 - \frac{x_f}{r} \right) + \pi \right], \text{мм} =$$

$$y_e = \frac{h}{\pi} \left[\arccos \left(1 - \frac{x_e}{r} \right) \right] + h, \text{мм} =$$

$$x_f = r + \frac{b_{cp}}{2} =$$

Где $x_e = \frac{b_{cp} - b}{2} =$

11. Максимальная длина стерни:

$$L_{max} = \sqrt{H^2 + q^2} =$$

Где H - высота среза, мм, q_{max} - больший отгиб из отгибов.

Графическая часть

Построить графики:

1. Пробега активной части лезвия (Диаграмма резания)
2. Площади нагрузки.
3. Рабочих скоростей резания и ускорений ножа.
4. Изменения слагающей скорости вдоль лезвия.

Графическая часть выполняется в соответствии с требованиями ГОСТов, на формате А3

Заключение

1. Сопоставить результаты расчета и графических построений.
2. Оценить достоинства и недостатки спроектированного аппарата, указать пути устранения недостатков.

Вопросы для самопроверки

1. В какой зависимости от перемещения ножа находится его скорость и ускорение?
2. Что такое поперечный отгиб и как он зависит от параметров и режима работы режущего аппарата?
3. Определение продольного отгиба стеблей аналитически и по диаграмме резания.
4. Как обосновывается угол наклона лезвия сегмента к направлению движения?

2.5 Лабораторная работа №5(2 часа).

Тема: «Расчет молотильного аппарата»

2.5.1 Цель работы: Рассчитать молотильный аппарат бильного типа, выбирая оптимальные параметры, соответствующие подаче хлебной массы.

2.5.2 Задачи работы:

1 Рассчитать молотильный аппарат бильного типа, выбирая оптимальные параметры, соответствующие подаче хлебной массы.

2.5.3 Описание (ход) работы:

Исходные данные

Ширина захвата комбайна: $B =$ м

1. Скорость комбайна: $V_m =$ км/ч

2. Урожайность зерна: $Q_z =$ ц/га

3. Урожайность соломы: $Q_c =$ ц/га

4. Окружная скорость барабана: $v =$ м/с

5. Время между ударами: $\Delta t =$ с

$\Delta t = 0,0045$ и более

1. Подача хлебной массы в молотилку: $q = \frac{BV_m(Q_3 + \varepsilon Q_c)}{360}, \frac{\kappa\varepsilon}{c} =$

где Q_c - количество поступающей в молотилку соломы, $\varepsilon = 0,8...0,9, \varepsilon = \frac{Q_c}{Q_c}$;

Подача не должна превышать 6...8 кг/с.

2. Длина барабана: $L_o = \frac{L}{M} = \frac{q}{q_o M}; M =$

где L – суммарная длина бичей барабана;

M – число бичей, $M = 6 - 8 - 10 - 12$; q – подача хлебной массы, кг/с;

q_0 – допустимая подача хлебной массы на 1 м принимается в пределах $q_0 = 0,20...0,35$ кг/с*м

3. Диаметр барабана: $d = \frac{v\Delta t \times M}{\pi}, m =$

Где v – окружная скорость барабана, м/с.

Диаметр барабана должен быть в пределах 0,4.....0,8м

4. Частота вращения барабана: $n = \frac{60v}{\pi d}, \text{об/мин} =; \omega = \frac{\pi n}{30}; c^{-1} =$

5. Мощность, затрачиваемая на обмолот: $N = (a + bq)qv, \text{kBm};$

$a = 100...120 \text{ H(kg/c)}^{-1}$ - коэффициент, учитывающий деформацию обмолачиваемой массы;

$b = 8...10 \text{ H(kg/c)}^{-2}$ - коэффициент, учитывающий инерцию обмолачиваемой массы.
 $N =$

6. Момент инерции барабана; кг·м²: $J = \frac{N}{\omega \frac{d\omega}{dt}} =$

Где $\frac{d\omega}{dt} = 7,5...15 \text{ c}^{-2}; N \text{ Bm};$

Большие значения $\frac{d\omega}{dt}$ берутся для больших d и q .

7. Мощность на холостой ход барабана, Вт: $N_{xx} = A\omega + B\omega^3 =$

$A = 1,7...1,8 \text{ H}$ - коэффициент, учитывающий трение в опорах барабана;

$B = 0,055...0,090 \text{ H} \cdot \text{c}^2/\text{m}^2$ – коэффициент, учитывает сопротивление воздуха

8. Общая потребная мощность, Вт; $N_{общ} = N + N_{xx} =$

9. Критическая скорость барабана, c^{-1} : $\omega_{kp} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{N_{общ}(1-f)}{q}} =$

где N Вт, $\omega < \omega_{kp}$

Заключение

Оценить спроектированный аппарат, сопоставив рабочую- ω и критическую - ω_{kp} скорости. При необходимости рассчитать запас мощности для преодоления возможных перегрузок молотильного аппарата в результате колебания подачи массы в пределах 25.....40% и определить новое значение критической скорости - ω_{kp} .

Вопросы для самопроверки

1. На что расходуется энергия при холостом ходе молотильного барабана?
2. Вывести формулу В.П.Горячина для подсчета потребной мощности на обмолот.
3. Вывести формулу для определения момента инерции молотильного барабана.

4. *Как определяется критическая скорость молотильного барабана?*
5. *При какой окружной скорости молотильного барабана следует работать?*
6. *Как определяется длина бильного молотильного барабана?*
7. *Как определяется диаметр барабана молотилки?*
8. *Почему нельзя работать на критической скорости?*