

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

Методические указания к выполнению лабораторных работ

Новосибирск 2017

УДК: 631.31.

ББК: 40.722

С 298

Составители: *В.А. Головатюк*, канд. техн. наук, доц.

С.Г.Щукин, канд. техн. наук, доц.

В.П. Демидов, канд. техн. наук, доц.

В.Г. Луцик, старший преподаватель

Рецензент: *В.С. Кемелев*, канд. техн. наук, доц.

Сельскохозяйственные машины: Метод. указ. к лабораторным работам /Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост: В.А. Головатюк, С.Г.Щукин, В.П. Демидов, В.Г. Луцик. – Новосибирск, 2017 – 52с.

Методические указания для лабораторных работ по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» содержат методику обработки результатов измерений, исходные данные и описание лабораторных работ. Цель работ - углубить знания студентов, дать более полное понятие о сущности технологических процессов почвообрабатывающих машин, развить навыки в проведении научных исследований и обеспечении работы машин в оптимальном режиме. При составлении методических указаний были использованы материалы ЛСХИ, УСХА ВМСХ и др.

Предназначены для студентов очного и заочного отделений обучающихся по направлениям подготовки Агроинженерия профили «Технические системы в агробизнесе», «Технический сервис в агропромышленном комплексе», «Электрооборудование и электротехнологии в агропромышленном комплексе», «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»

Рекомендованы к изданию методическим советом Инженерного института НГАУ (протокол №8 от 28 марта 2017г.).

Введение

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных и расчетно-графических работ по дисциплине «Сельскохозяйственные машины».

Все работы включают вопросы входного и выходного контроля знаний конструкции, режимов работы и расчета основных рабочих органов машин, описание порядка выполнения работ и необходимые расчетные формулы. Методические указания составлены с учетом материальной базы кафедры сельскохозяйственных машин Инженерного института НГАУ.

Самостоятельное выполнение студентами предусмотренных работ способствует более полному усвоению закономерностей протекания технологических процессов в сельскохозяйственных машинах и является основным направлением активизации самостоятельной работы.

Для проверки усвоения лекционного материала и готовности студентов к выполнению лабораторной работы в начале занятия преподаватель проводит краткий опрос по вопросам входного контроля знаний, которые предваряют каждую работу. В процессе выполнения работы преподаватель оценивает самостоятельность и полноту ее выполнения. По завершении работы студенты отвечают на вопросы выходного контроля.

Перед выполнением работ на лабораторных установках все студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности. Включать установки и аппаратуру без разрешения преподавателя или учебного мастера запрещается.

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

При анализе процессов сельскохозяйственного производства значения измеряемых параметров получают обычно в виде случайных величин. Чтобы воспользоваться полученными результатами и на их основании сделать выводы, требуется произвести статистическую обработку.

Оценка результатов измерений (ГОСТ 11.004-74).

1. Определить выборочное среднее:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (1)$$

где $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ - значения измеряемой величины;

n - количество измерений.

2. Определить выборочное среднеквадратическое отклонение (выборочный стандарт):

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

3. Определить среднеквадратическое отклонение среднего:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

4. Определить отклонение границ доверительного интервала:

$$\Delta X = t_{(\alpha, k)} \frac{S_x}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

где $t_{(\alpha, k)}$ - коэффициент Стьюдента, определяемый по таблице, при принятом значении надежности α и числе степеней свободы $k = n - 1$.

Коэффициент Стьюдента $t(\alpha, k)$

k	α				
	0,7	0,8	0,9	0,96	0,99
1	2,0	3,1	6,3	12,7	63,7
2	1,3	1,9	2,9	4,3	9,9
3	1,3	1,6	2,4	3,2	5,8
4	1,2	1,5	2,1	2,8	4,6
5	1,2	1,5	2,0	2,6	4,0
6	1,1	1,4	1,9	2,4	3,7
7	1,1	1,4	1,9	2,4	3,5
8	1,1	1,4	1,9	2,3	3,4
9	1,1	1,4	1,8	2,3	3,3
10	1,1	1,4	1,8	2,3	3,3

5. Определить верхнюю X_B и нижнюю X_H границы доверительного интервала:

$$X_B = \bar{X} + \Delta X, \quad X_H = \bar{X} - \Delta X \quad (5)$$

6. При сравнении двух средних необходимо определить соотношение:

$$t = \frac{|\bar{X} - \bar{Y}|}{\tilde{S} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, \quad (6)$$

где $\bar{X}$, $\bar{Y}$ - средние значения из двух серий измерений с объемом выборки n_1 и n_2 ;

S_X , S_Y - выборные среднеквадратические отклонения:

$$\tilde{S} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_X^2 + (n_2 - 1)S_Y^2}{(n_1 - 1)(n_2 - 1)}} \quad (7)$$

По таблице определить $t_{(\alpha, k)}$, задаваясь надежностью α и числом свободы $k = n_2 + n_1 - 2$. Если $t_{(\alpha, k)}$, то с вероятностью α расхождение между средними $\bar{X}$ и $\bar{Y}$ незначимо.

Приведенные зависимости используют при обработке результатов прямых измерений. В случае косвенных измерений необходимо определить искомую величину по соответствующим функциональным зависимостям и обработать полученные результаты в указанном порядке.

Работа 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО СМЯТИЯ ПОЧВЫ

Вопросы входного контроля

1. Виды обработки почвы и их особенности.
2. Почва как объект изучения.
3. Отметить сущность механической обработки почвы.
4. Назвать основные процессы механической обработки почвы.
5. Агротехнические требования к обработке почвы.
6. Типы почв и их характеристика.
7. Способы крошения и рыхления почвы.
8. Отметить факторы, влияющие на процессы крошения и рыхления почвы.
9. Назвать физико-механические свойства почвы.

1. Общие сведения. Твердость почвы – это способность сопротивляться проникновению в нее какого-либо тела под действием усилия. Это свойство характеризует суммарное сопротивление, которое преодолевают взаимодействующие с ней рабочие органы сельскохозяйственных машин.

При вдавливании в почву твердого тела, например, круглого плоского наконечника, сопротивление почвы вдавливанию изменяется с изменением глубины погружения этого наконечника. Если на оси OX (рисунок 1.1) откладывать глубину погружения наконечника, а по оси OY - сопротивление вдавливанию, то получим график, из которого видно, что на участке OA , соответствующем глубине погружения наконечника h_A , сопротивление, равное усилию вдавливания наконечника, изменяется пропорционально глубине погружения h .

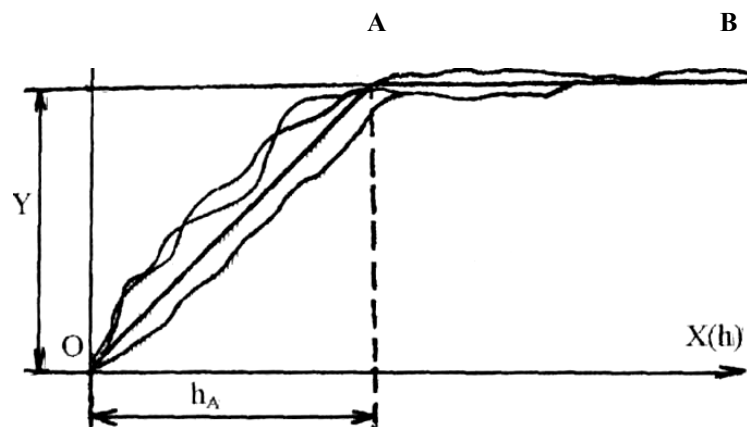


Рисунок 1.1 – Твердомерные диаграммы

В зависимости от типа и состояния почвы $P = f(h)$ на участке OA может изменяться по линейной, квадратичной степенной, параболической, синусоидальной, тангенциальной или другой зависимости. Начиная с точки A , наконечник продолжает погружаться в почву при постоянной нагрузке, соответствующей пределу пропорциональности (пределу несущей способности почвы).

Обычно определяют среднюю твердость почвы как среднее удельное усилие, необходимое для вдавливания в почву наконечника, т.е.

$$T_{CP} = \frac{P_{CP}}{S}, \text{ МПа}, \quad (1.1)$$

где T - твердость почвы, МПа;

P_{CP} - среднее усилие при погружении наконечника на глубину, h_A , H ;
 S - площадь наконечника, мм^2 .

Отношение усилия P_A , требующегося для вдавливания наконечника на глубину h_A , соответствующую пределу пропорциональности, к произведению $h_A \cdot S$, называется коэффициентом объемного смятия почвы.

$$q = 10^3 \frac{P_A}{h_A S}, \text{ МПа/мм} \quad (1.2)$$

График зависимости $P = f(h)$ (твердомерные диаграммы) можно записать при помощи специального прибора - твердомера. Обработывая диаграммы, можно определять твердость и коэффициент смятия почвы. На рисунке 1.1 примерные реальные диаграммы показаны тонкими линиями, а идеальная диаграмма при линейной зависимости $P = f(h)$ на участке OA - жирной линией. С определенной степенью приближения последнюю диаграмму иногда принимают как средний результат нескольких диаграмм.

2. Содержание работы. Записать при помощи твердомера несколько диаграмм твердости почвы (5-6), обработать полученные диаграммы и дать достоверную оценку результатов опыта.

3. Оборудование, приборы, инструменты и материалы. Твердомер, штангенциркуль, испытываемая почва (в полевых условиях или в почвенном канале), бумага миллиметровая.

Для записи диаграмм твердости почвы используют твердомеры различных типов. Один из наиболее широко используемых твердомеров представлен на рисунке 1.2. Состоит он из двух направляющих штанг 1, телескопической штанги 2 со сменным наконечником 3, пружины 4, планки 5 для крепления бумаги, записывающего устройства 6 и нажимных рукояток 7.

Записывающее устройство связано с пружиной 4. Звенья этого устройства рассчитаны таким образом, что карандаш перемещается в направлении оси OX на величину погружения наконечника и оси OY - на величину сжатия пружины. Таким образом на получаемых при помощи твердомера диаграммах по оси OX откладывают глубину погружения наконечника, а на оси OY - деформацию пружины, пропорциональную величине прикладываемого усилия.

4. Порядок выполнения работы.

4.1. Записать 5-6 диаграмм твердости.

4.2. Обработать полученные диаграммы в приведенном ниже порядке,

- полученные данные занести в таблицу 1.1:

- разбить участок h_A каждой i - й диаграммы на k частей, измерить промежуточные значения ординат Y_j этих диаграмм, записать промежуточные зна-

чения и суммы этих ординат в таблицу;

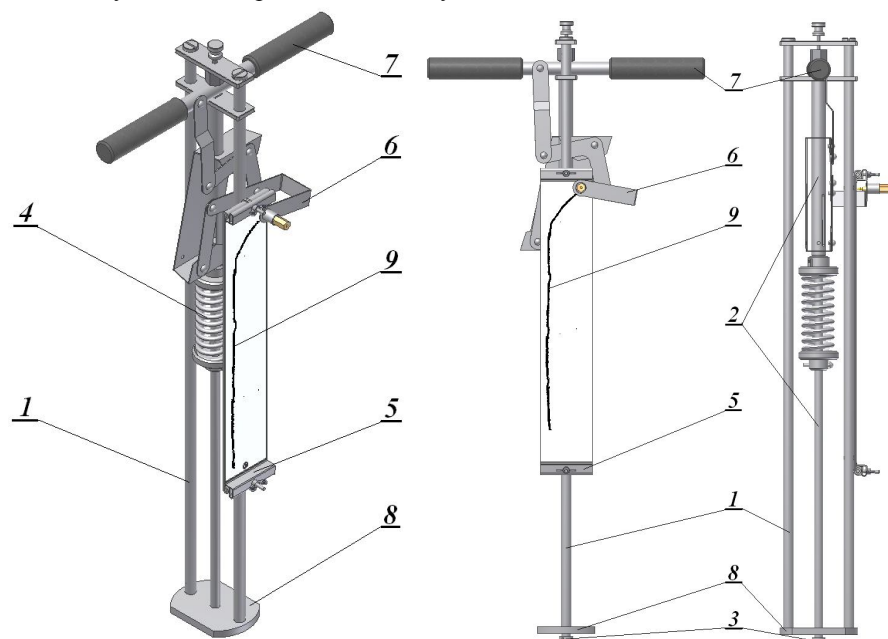


Рисунок 1.2 – Общий вид твёрдомера:

1 – штанга направляющая; 2 – штанга телескопическая; 3 – наконечник сменный; 4 – пружина; 5 – планка для бумаги; 6 – устройство записывающее; 7 – рукоятка; 8 – основание; 9 – диаграмма

- подсчитать значения ординат каждой диаграммы по формуле

$$Y_i = \frac{\sum_{j=1}^k Y_j}{k}, \text{ мм}; \quad (1.3)$$

- определить среднее значение усилия взаимодействия штампа на глубину h_A :

$$P_{icp} = Y_i \cdot C, \text{ Н}, \quad (1.4)$$

где C - жесткость (калибр) пружины, Н/мм;

- определить твердость почвы по каждой диаграмме:

$$T_i = \frac{P_{icp}}{S}, \text{ МПа}; \quad (1.5)$$

- определить значения усилия P_{Ai} , соответствующие пределу несущей способности почвы как

$$P_{Ai} = Y_{Ai} \cdot C, \text{ Н}; \quad (1.6)$$

- подсчитать коэффициенты объемного смятия почвы по каждой диаграмме:

$$q_i = \frac{P_{Ai}}{S \cdot h_{Ai}}, \text{ МПа/мм}; \quad (1.7)$$

- дать доверительную оценку значений твердости и коэффициента объемного смятия почвы по результатам обработки диаграмм, используя выражения (1)...(3), в которые вместо значений X_i подставляют значения твердости и коэффициентов объемного смятия P_i , q_i .

5. Содержание отчета:

Краткое содержание работы.

Схема твердомера.

Диаграмма твердости (один пример).

Формулы и необходимые расчеты.

Таблица результатов опытов.

Выводы и предложения.

Вопросы выходного контроля

1. Дать определение твердости почвы.
2. Отметить цель определения твердости и коэффициент объемного смятия почвы.
3. Классификация твердомеров.
4. Факторы, влияющие на твердость почвы.
5. Перечислить фазы деформации почвы и дать их характеристику.
6. Пояснить на схеме принцип действия твердомера.
7. Твердомерная диаграмма, регистрируемые параметры и методика ее обработки.
8. Пояснить понятие предела несущей способности почвы и показать на диаграмме.
9. Пояснить физический смысл коэффициента объемного смятия почвы.
10. Написать формулу определения твердости почвы.
11. Написать формулу определения коэффициента объемного смятия почвы.
12. Пояснить методику определения среднего значения твердости почвы на участке поля.
13. Перечислить технологические свойства почв и назвать их влияние

на энергоёмкость процесса обработки.

Таблица 1.1 – Результаты опытов

[illegible]

№ диаграммы	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	2	4	5
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Работа 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ И ПОКОЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ

Вопросы входного контроля

1. Пояснить трение как процесс.
2. Написать виды трения и дать их характеристики.
3. Написать физическую формулу силы трения.
4. Написать формулу силы трения от прилипания.
5. От каких факторов зависит коэффициент трения скольжения?

1. Общие сведения. Без знания значений коэффициентов трения почвы или любого сельскохозяйственного материала по различным поверхностям невозможно проектировать ни одну сельскохозяйственную машину. От величины коэффициентов трения зависят и регулировочные параметры машин. Коэффициенты трения в основном зависят от свойств трущихся поверхностей и являются показателями пропорциональности между максимальным значением силы трения и силой нормального давления, т.е.

$$F_{\max} = f \cdot N,$$

где $F_{\max}$ - максимальное значение силы трения;

f - коэффициент трения;

N - сила нормального давления.

Силы $F_{\max}$ и N можно определять экспериментально. Тогда коэффициент трения будет

$$f = \frac{F_{\max}}{N} \quad (2.1)$$

Однако определить коэффициент f можно и не прибегая к измерению сил $F_{\max}$ и N . Угол между направлениями сил $F_{\max}$ и N всегда равен $\pi/2$.

Если от начала координат отложить векторы сил N и $F_{\max}$ соответственно по осям OX и OY (рисунок 2.1), то направление результирующей

силы R отклонится от направления вектора N на некоторый угол φ , названный углом трения. Из рисунка следует, что $\operatorname{tg} \varphi = \frac{F_{\max}}{N}$, следовательно

$$f = \operatorname{tg} \varphi \quad (2.2)$$

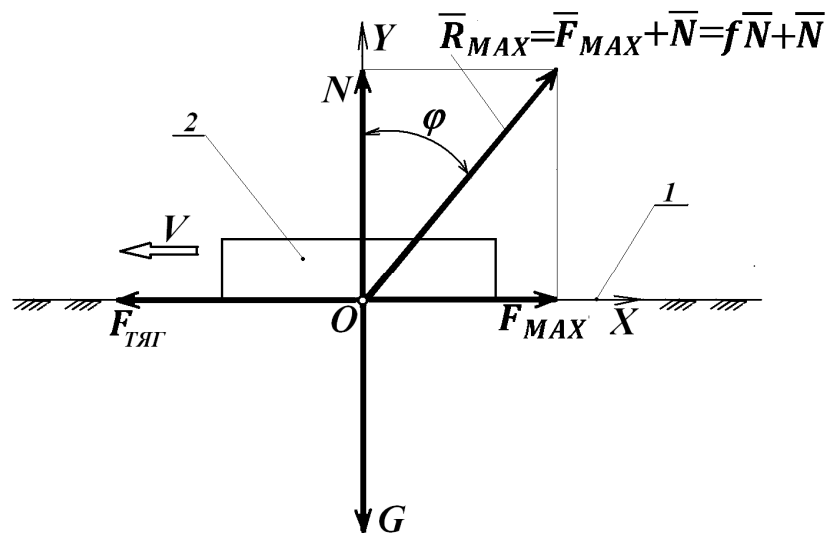


Рисунок 2.1 – Схема определения равнодействующей и угла трения:
1 – плоскость; 2 - тело

Учитывая изложенное, коэффициент трения можно определить, зная направление равнодействующей R и нормальной силы N . Направление силы R определяют при взаимном движении двух трущихся тел, что можно использовать при определении коэффициента трения скольжения (динамического коэффициента трения).

Коэффициент трения покоя (статический коэффициент трения) определяют из условия, при котором тело переходит из состояния покоя в состояние движения, если движущая сила достигнет максимального значения силы трения $F_{\max}$. Например, тело, помещенное на наклонную площадь (рисунок 2.2), стремится удержаться на ней за счет силы трения, которая уравнивает силы массы $P \sin \beta$. В момент начала скольжения тела по плоскости

$$P \sin \beta = F_{n \max},$$

где F_n и φ_n - соответственно максимальная сила трения и угол трения покоя.

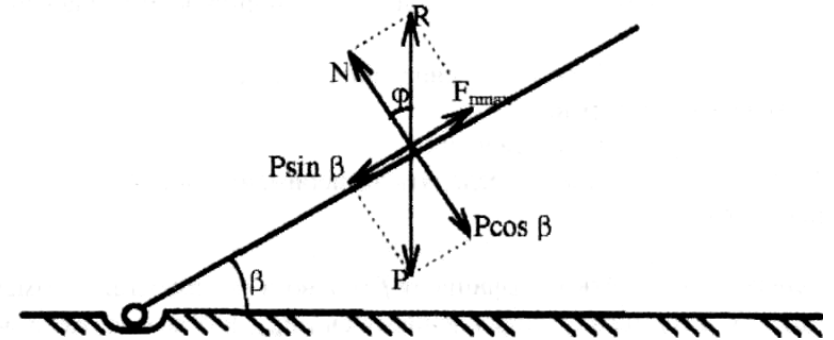


Рисунок 2.2 – Схема определения максимальной силы и угла трения покоя

$$\text{Следовательно, } P \sin \beta = \operatorname{tg} \varphi_n \cdot P \cos \beta, \quad (2.3)$$

$$\text{откуда } \varphi_n = \beta, \quad f_n = \operatorname{tg} \beta \quad (2.4)$$

Содержание работы. Определить коэффициент трения скольжения и трения покоя почвы или другого материала по различным материалам (сталь, дерево, резина и др.), дать доверительную оценку результатов, сравнить значения статических и динамических коэффициентов трения для одинаковых трущихся пар.

Оборудование, приборы, материалы. Приборы для определения статического и динамического коэффициентов трения, пластины из различных материалов, применяемых в сельхозмашиностроении, чертежная доска, треугольники, бумага, кнопки, почва, удобрения или другие сельхозматериалы.

Коэффициенты трения скольжения определяют на приборах различной конструкции. Одним из простейших приборов для этой цели может служить прибор системы академика В.А. Желиговского (рисунок 2.3). Он состоит из чертежной доски, линейки и каретки. Колодка 1 линейки 2 скользит по обрезу чертежной доски, а свободный конец линейки 2 опирается на ползок 3, поддерживающий этот конец линейки на некоторой высоте над поверхностью чертежной доски. До начала опыта один из исследуемых материалов прикрепляют струбцинами 5 к линейке 2, а другой материал зажимают в каретке 4. Линейку фиксируют под произвольным углом к колодке 1. Каретка 4 имеет карандаш для записи траектории ее движения. При движении колодки вдоль края чертежной доски линейка приводит в движение каретку 4. Если $\beta < \frac{\pi}{2} - \varphi$, то при движении линейки возникает скольжение одного испытываемого материала по другому, в результате между ними возникает сила трения скольжения $F_{\max}$. При этом карандаш прибора вычерчивает направ-

ление равнодействующей силы $\overline{R} = \overline{F}_{\max} + \overline{N}$.

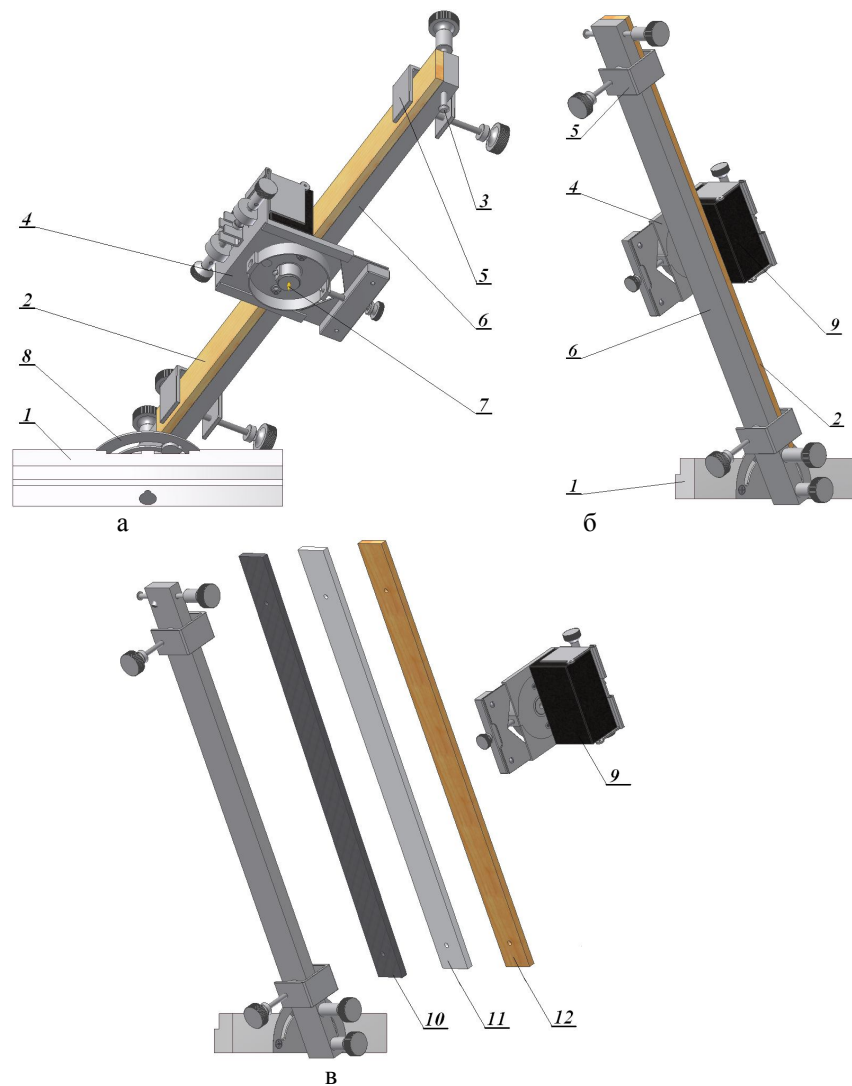


Рисунок 2.3 – Общий вид прибора В.А. Желиговского для определения коэффициента трения скольжения:

а) – вид снизу; б) – вид сверху; в) – набор сменных линеек и каретка с испытуемым материалом; 1 – колодка; 2, 10, 11, 12 – линейка сменная; 3 – ползок;

4 – каретка; 5 – струбина; 6 – линейка основная; 7 – устройство пишущее; 8 – направляющая; 9 – материал испытуемый

Сняв каретку с прибора, проводят направление линейки и восстанавливают перпендикуляр к этому направлению из точки пересечения с траекторией движения каретки (рисунок 2.4).

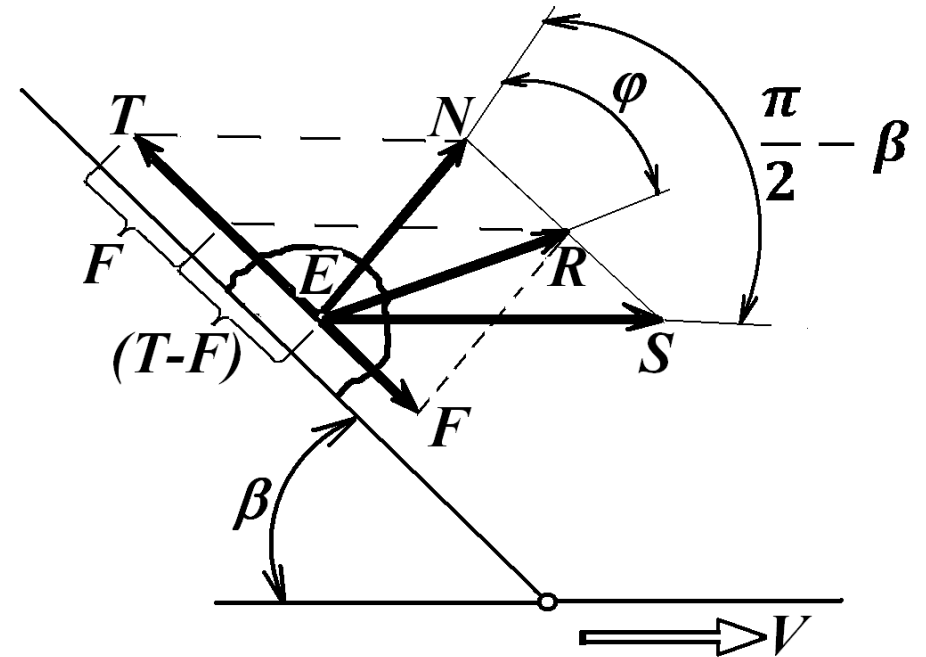


Рисунок 2.4 – Схема сил при работе прибора В.А. Желиговского

В соответствии с (2.1) коэффициент трения скольжения можно определить по формуле

$$f = \operatorname{tg} \varphi = \frac{NR}{EN}$$

Однако расчет можно упростить следующим образом. На проведенном перпендикуляре (направление силы N) откладывают отрезок длиной 100 мм и в его конце восстанавливают перпендикуляр KM (рисунок 2.5). Угол MCK будет равен углу трения φ , следовательно:

$$f_c = \frac{MK}{100} = \operatorname{tg} \varphi_c \quad (2.5)$$

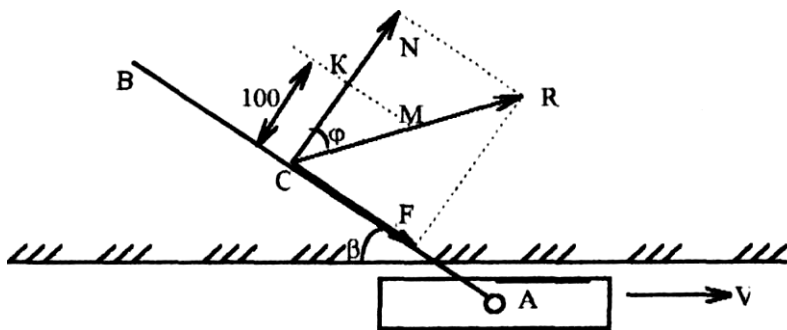


Рисунок 2.5 – Схема к практическому определению коэффициента трения скольжения

Для определения коэффициента трения покоя используют простейший прибор (рисунок 2.6), состоящий из горизонтальной плиты 1, наклонной плоскости 2, на которой укрепляют испытываемую поверхность и винт 3, вращением которого изменяют угол наклона плоскости 2. На закрепленную струбцинами поверхность кладут почву, удобрения или другой исследуемый материал. Если плавным вращением винта 3 увеличивать угол наклона плоскости 2, то моменту начала скольжения трущихся тел будет соответствовать условие $\beta = \varphi_n$, следовательно:

$$f_n = \operatorname{tg} \varphi_n = \operatorname{tg} \beta$$

4. Порядок выполнения работы. При определении коэффициента трения скольжения:

- закрепить с помощью струбцин и линейки пластину из исследуемого материала;
- закрепить на чертежной доске лист бумаги;
- на приборе В.А. Желиговского установить линейку под углом

$\beta < \frac{\pi}{2} - \varphi_c$ и закрепить его на колодке;

- установить прибор на чертежную доску, совместить колодку с обрезом чертежной доски;
- заполнить каретку прибора исследуемым материалом и подвести ее к закрепленной на линейке пластине;
- плавным движением переместить колодку прибора вдоль обреза чертежной доски. При этом карандаш каретки запишет траекторию ее перемещения;

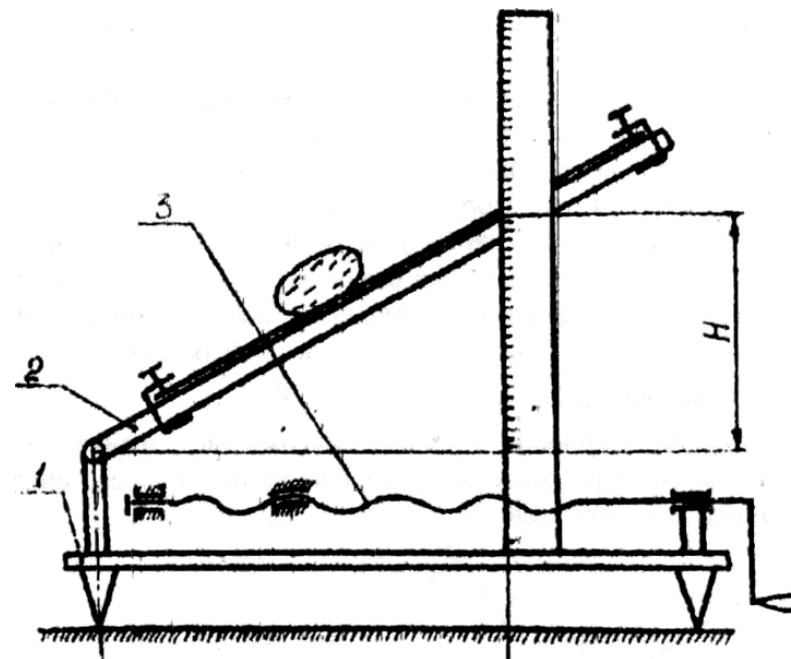


Рисунок 2.6 – Прибор для определения коэффициента трения покоя: 1 – плита горизонтальная; 2 – плоскость наклонная; 3 – винт

- снять каретку с прибора, провести направление линейки и восстановить к этому направлению перпендикуляр в точке пересечения с траекторией движения каретки (см. рисунок 2.5). На проведенном перпендикуляре или траектории каретки отложить отрезок $СК = 100$ мм и в его конце восстановить перпендикуляр МК. Угол между нормалью и траекторией каретки будет углом трения скольжения φ_c ;

- измерить длину противоположного катета МК;
- подсчитать значение коэффициента трения скольжения по формуле

$$f_{ci} = \operatorname{tg} \varphi_{ci} = \frac{МК}{100}, \quad (2.6)$$

опыт провести в пятикратной повторности;

- дать доверительную оценку результатов измерений коэффициента трения скольжения f_c ;

- определить значение угла трения скольжения, как

$$\varphi_c = \operatorname{arctg} f_c; \quad (2.7)$$

- результаты замеров и вычислений записать в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты опытов

Трущиеся пары	Номер опыта	β	(МК) _i	f_{ci}	f_c	$f_{ci} - f$	$(f_c - f)^2$	S_{f_c}	Δf_c	$f_c \pm \Delta f_c$	φ_c
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

При определении коэффициента трения покоя:

- закрепить струбциной на наклонной плоскости 2 пластину из исследуемого материала и, вращая рукоятку винта 3, установить плоскость 2 в положение, близкое к горизонтальному;

- положить на исследуемую пластину испытываемый материал;

- плавно вращая рукоятку винта, увеличивать наклон плоскости 2 до момента начала скольжения исследуемого материала;

- измерить длину H противолежащего катета прямоугольного треугольника ABC и длину L прилежащего катета;

- подсчитать коэффициент трения покоя по формуле

$$f_{ni} = \operatorname{tg} \beta_i = \frac{H_i}{L}, \quad (2.8)$$

опыт повторять в пятикратной повторности для каждой трущейся пары;

- дать доверительную оценку значений коэффициента трения покоя f_n ;

- определить угол трения покоя по зависимости

$$\varphi = \operatorname{arctg} f_n \quad (2.9)$$

Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 2.2. При обработке результатов измерений необходимо использовать выражения (1) - (5) (с.3 – 4).

Таблица 2.2 – Результаты опытов

Трущиеся пары	Номер опыта	L , мм	H_i	f_{ni}	f_n	$f_{ni} - f_n$	$(f_i - f_n)^2$	S_{f_n}	Δf_y	$f_y \pm \Delta f_y$	φ_n
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

5. Содержание отчета:

Краткое содержание работы.
Схемы и описание приборов.
Формулы и необходимые расчеты.
Таблицы 2.1 и 2.2.
Выводы и предложения.

Вопросы выходного контроля

1. Пояснить, что называют углом трения и показать графически.
2. Дать обоснование равенству $f = tg\varphi$.
3. Рассказать принцип действия прибора определения коэффициента трения скольжения академика В.А. Желиговского.
4. Пояснить методику определения коэффициента трения скольжения прибором академика В.А. Желиговского.
5. Пояснить и дать графическую интерпретацию влияния типа почвы на коэффициент трения скольжения.
6. Пояснить и дать графическую интерпретацию влияния влажности почвы на коэффициент трения скольжения.
7. Отметить способы снижения трения скольжения.
8. Пояснить на схеме возникновение действующей силы.

Работа 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТВАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛУЖНОГО КОРПУСА

Вопросы входного контроля.

1. Назвать рабочие органы плуга и отметить их назначение.
2. Рассказать технологический процесс работы корпуса.
3. Назвать типы рабочих поверхностей корпусов и отметить их особенности.
4. Назвать рабочие части корпуса и отметить их назначение.
5. Рассказать технологический процесс работы предплужника.
6. Назвать рабочие части предплужника.
7. Рассказать назначение и процесс работы дискового ножа.
8. Рассказать назначение и процесс работы черенкового ножа.
9. Отметить отличия процесса работы полувинтового и винтового корпусов от культурного корпуса.
10. Пояснить, какова наиболее приемлемая форма рабочих органов почвообрабатывающих машин.
11. Назвать типы корпусов плугов по конструктивному исполнению.
12. Назвать типы корпусов плугов по геометрической форме рабочей поверхности.

1. Общие сведения. Многие рабочие органы почвообрабатывающих машин имеют криволинейную рабочую поверхность. Например, поверхность лемешно-отвальных корпусов плуга представляет цилиндроид.

Для построения таких поверхностей необходимо иметь ряд характеристик: форму и параметры направляющей кривой, положение плоскости, в которой расположены эти кривые, закон изменения углов наклона образующих поверхности к вертикальной плоскости, совпадающей со стенкой борозды.

В зависимости от этих характеристик рабочие поверхности корпусов плугов подразделяются на цилиндрические, культурные, винтовые, полувинтовые, для скоростной пахоты. Тип поверхности определяет ее способность выполнять технологические операции по обработке почвы, например, крошащую и оборачивающую способности плужных корпусов.

При разработке новых рабочих поверхностей почвообрабатывающих орудий нередко возникает в процессе исследования необходимость изменять характеристики этих поверхностей, добиваясь желаемого эффекта их взаимодействия на почвенный пласт. Для снятия характеристик экспериментальных образцов рабочих поверхностей используют метод, обратный проектированию – профилирование поверхностей.

Содержание работы. Определить координаты определенных точек отвальной поверхности корпуса плуга, построить ее горизонтальную проекцию, определить минимальный и максимальный углы наклона образующих поверхности и лезвия лемеха к стенке борозды, конструктивную и рабочую ширину захвата корпуса, подсчитать максимально допустимую глубину пахоты корпусом при его работе без предплужника из условия устойчивого оборота пласта. Установить тип поверхности, найти положение плоскости направляющей кривой и построить эту кривую.

Оборудование, приборы, инструмент. Координатомер, набор цилиндрических корпусов, миллиметровая бумага (формат А3 или А4), чертежный инструмент.

Координатомер (рисунок 3.1) состоит из установленной на раме горизонтальной плиты 1 с нанесенной на ней стомиллиметровой сеткой, суппорта 2 с вертикальной стойкой 3, по которой перемещается ползун 4 с продетой в его пазу горизонтальной линейкой 5. Миллиметровые шкалы на передней кромке плиты 1, линейке 5 и стойке 3 позволяют определять положение точек рабочих поверхностей в прямоугольной пространственной системе координат.

Установить корпус плуга на плиту координатомера, совместив носок лемеха с началом координат и расположив конец полевой доски на оси ОХ (рисунок 3.2). Если носок лемеха долотообразный, то под концы полевой доски и лезвия лемеха необходимо подложить подкладки, обеспечив параллельность лезвия плите координатомера.

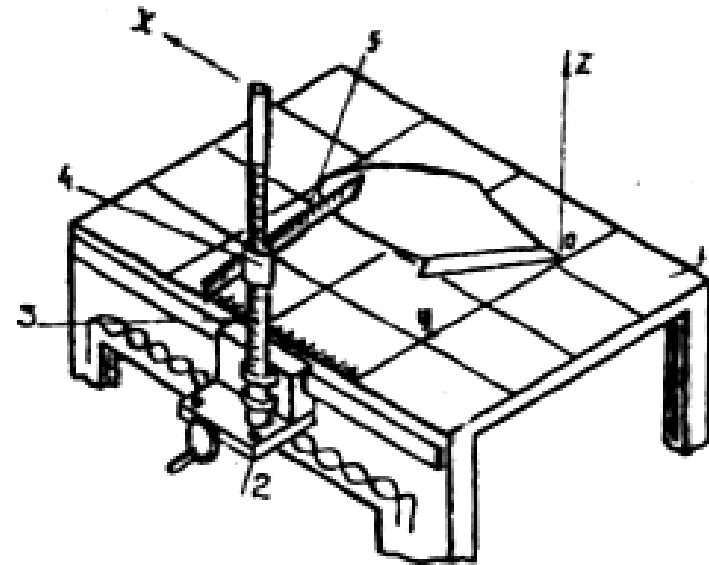


Рисунок 3.1 – Координатомер:
 1 - плита горизонтальная; 2 - суппорт; 3 - стойка вертикальная; 4 - ползун; 5 -
 линейка горизонтальная

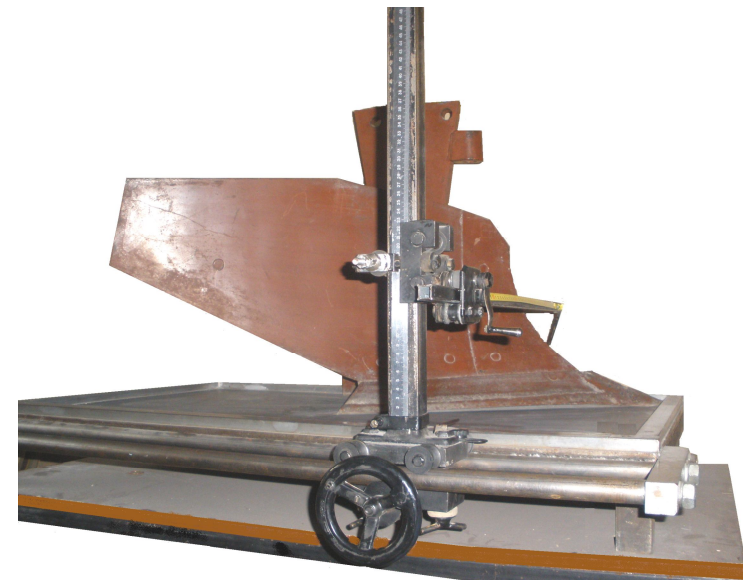


Рисунок 3.2 – Положение корпуса на координатомере

Порядок выполнения работы

Нанести на рабочую поверхность корпуса следы горизонтальных секущих плоскостей через 25 мм на лемехе, через 50 мм на отвале и пронумеровать их римскими цифрами. Левые по ходу корпуса концы прямых считать точками 1, 2, 3 и так далее, а правые – 1', 2', 3' и т.д.

Совмещая конец горизонтальной линейки 5 с соответствующими точками, определить их координаты X , Y и Z и результаты занести в таблицу 3.1.

Построить на миллиметровой бумаге в масштабе 1:5 горизонтальную проекцию рабочей поверхности (рисунок 3.3).

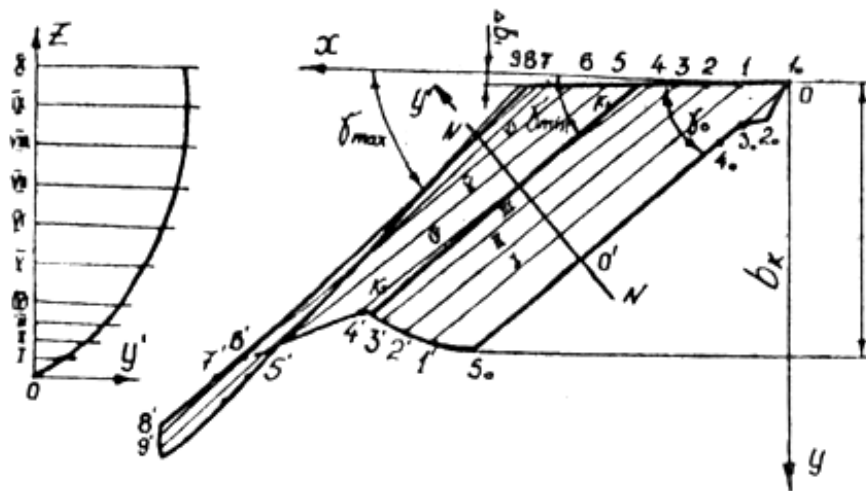


Рисунок 3.3 – Горизонтальная проекция и направляющая кривая рабочей поверхности корпуса

По горизонтальной проекции рабочей поверхности корпуса вычертить лобовую и профильную проекции.

На горизонтальной проекции нанести сечения продольно-вертикальными и поперечно-вертикальными плоскостями.

По точкам пересечения следов продольно-вертикальных и поперечно-вертикальных плоскостей построить на лобовую проекцию кривые, доказывающие характер изменения углов α , а на профильной проекции – кривые, показывающие характер изменения углов β [1, с. 282].

Определить углы наклона к стенке борозды лезвия лемеха φ_0 , линии

стыка лемеха с отвалом - $\varphi_{\min}$ и последней образующей, лежащей на крыле отвала $\varphi_{\max}$, используя формулы:

$$tg\gamma_o = Y_{5_0} / X_{5_0}, \quad (3.1)$$

$$tg\gamma_{\min} = Y_{K_2} / (X_{K_2} - X_{K_1}), \quad (3.2)$$

$$tg\gamma_{\min} = (Y_{n_2} - Y_{n_1}) / (X_{n_2} - X_{n_1}). \quad (3.3)$$

В последней формуле координаты точек, помеченные индексом n, соответствуют последней образующей крыла отвала.

Таблица 3.1 – Результаты измерений

Образующие характерные линии и точки	Номер	Координаты точек			γ
		X	Y	Z	
Лезвие лемеха*	1 ₀				
	2 ₀				
	3 ₀				
	4 ₀				
	5 ₀				
I	1				
	1'				
II	2				
	2'				
III	3				
	3'				
IV	4				
	4'				
Стык лемеха с отвалом	K ₁				
	K ₂				
V	5				
	5'				
И т.д. до n-й образующей					
Верхняя точка полевого обреза		A			
Переход от верхнего обреза к правому		B			
Наивысшая точка верхнего обреза		C			

*Если лемех трапецеидальной формы, то достаточно замерить координаты двух точек лезвия (носка и конца).

По полученным значениям углов γ_0 , $\gamma_{\min}$, $\gamma_{\max}$ установить тип отвальной поверхности, используя таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Типы отвальных поверхностей

Тип отвальной поверхности	Значение углов, град		
	γ_0	$\gamma_0 - \gamma_{\min}$	$\gamma_{\max} - \gamma_0$
Культурная	40 – 45	1 – 3	2 – 8
Полувинтовая	35 – 40	2 – 4	8 – 15
Для скоростной вспашки	32 – 38	7	2

Определить конструктивную ширину захвата корпуса как $B_K = Y_{5_0}$ (как для долотообразного лемеха) или $B_K = Y_2$ (для трапецидального лемеха) и подсчитать длину лезвия лемеха, как

$$l = \frac{l_K}{\sin \gamma_0} \quad (3.4)$$

Построить направляющую кривую, которая находится в вертикальной плоскости, перпендикулярной лезвию лемеха, и проходит через конец лезвия лемеха для полувинтовых поверхностей и на расстоянии $2 \frac{l}{3}$, считая от носка корпуса, для культурных поверхностей.

Для построения направляющей кривой (см. рисунок 3.2) необходимо:

- провести след NN плоскости направляющей кривой на горизонтальную проекцию корпуса;
- провести координатные оси 0Z и 0Y' (ось 0Y' лежит в плоскости, перпендикулярной лезвию лемеха, а начало координат 0' находится на лезвии лемеха), на оси Z отложить высоту расположения образующих, а затем из полученных точек провести прямые, параллельные оси 0Y' (следы горизонтальных секущих плоскостей на плоскости N);
- измерить в направлении следа NN расстояния от лезвия лемеха до горизонтальных проекций образующих и отложить эти отрезки на соответствующих следах горизонтальных плоскостей в координатах Y'0Z;
- полученные точки соединить плавной линией, которая и будет искомой направляющей кривой.

Установить рабочую ширину захвата корпуса, учитывая, что $B_p < B_K$, так как на многокорпусных плугах корпуса устанавливают с перекрытием 20 – 40 мм. На отечественных плугах общего назначения устанавливают корпуса с рабочей шириной захвата 30, 35 и 40 см. С учетом этого величина перекрытия будет равна

$$\Delta B = B_K - B_p, \quad (3.5)$$

где за B_p принимается ближайшее к B_K одно из вышеуказанных значений рабочей ширины захвата.

Подсчитать, исходя из условия устойчивого оборачивания пласта, максимально возможную глубину пахоты исследуемым корпусом по выражению

$$a = \frac{B_p}{k}, \quad (3.6)$$

где a - глубина пахоты;

k - коэффициент соотношения поперечного сечения поднимаемого корпусом пласта.

Критическое значение коэффициента $k \approx 1,27$. Для устойчивого оборота пласта необходимо принимать k больше критического значения (рекомендуется 1,30 – 1,35).

Результаты замеров и расчетов занести в таблицу 3.3.

Содержание отчета:

- Краткое содержание работы.
- Таблицы 3.1 и 2.
- Выполненные на миллиметровой бумаге в масштабе 1:5 проекции корпуса плуга с нанесенными основными линейными и угловыми размерами (согласно таблице 3.3), направляющая кривая и график изменения угла γ по оси Z (согласно таблице 3.1).

Таблица 3.3 – Параметры рабочей поверхности корпуса

γ_0 , град	$\gamma_{\min}$, град	$\gamma_{\max}$, град	Тип от- вальной поверхно- сти	B_k м	B_p м	AB м	l м	Высота полевого обреза, мм	Высота корпуса, мм

Вопросы выходного контроля

1. Назвать основные свойства косого трехгранного клина.
2. Назвать разновидности клиньев и их взаимодействие с почвой.
3. Изобразить косой трехгранный клин и отметить характеризующие его углы.
4. Изобразить зависимость и изменения угла γ для культурной поверхности.
5. Изобразить зависимость изменения угла γ для полувинтовой поверхности.
6. Отметить особенность изменения угла γ рабочей поверхности предплужника.
7. Пояснить особенности полувинтовой и винтовой рабочих поверхностей в отличие от культурной.
8. Отметить технологические особенности культурной, полувинтовой и винтовой рабочих поверхностей.
9. Пояснить процесс развития рабочей поверхности плоского клина в криволинейную рабочую поверхность.

10. Отметить технологические свойства и классификацию применяемых рабочих поверхностей.
11. Изобразить схему сил, действующих на почвенную частицу при взаимодействии с клином.
12. Пояснить влияние угла установки рабочей грани клина на его работу.
13. Пояснить на примере методику определения угла крошения.
14. Пояснить на примере методику определения угла оборота.
15. Пояснить особенности рабочих поверхностей скоростных корпусов.
16. Назвать способы уравнивания вертикальных составляющих сил реакции почвы на корпус.
17. Назвать способы уравнивания поперечных составляющих сил реакции почвы на корпус.

Работа 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ПОДЪЕМА НАВЕСНОГО ПЛУГА

Вопросы входного контроля

1. Рассказать правила настройки плуга на заднюю глубину пахоты.
2. Назначение и устройство гидронавесной системы трактора.
3. Дать понятие рычага Жуковского.
4. Как регулируется горизонтальность рамы в поперечно-вертикальной плоскости?
5. Как регулируется горизонтальность рамы в продольно-вертикальной плоскости?
6. Какие функции выполняет опорное колесо?

Общие сведения. Размеры звеньев механизма навески и их положение существенно влияют на процессы заглубления и перевода плуга в транспортное положение, а также на усилия в звеньях. Определение усилий в звеньях механизмов навески удобно производить графоаналитическим способом. Для этого необходимо вычертить в масштабе схему механизма с действующими на него силами и построить повернутый на 90° план скоростей точек, в которых приложены эти силы. Затем, составив условия равновесия плана скоростей под действием внешних сил относительно его полюса ($\sum M_p = 0$), определить неизвестные силы.

Содержание работы. Определить графоаналитическим методом усилие в штоке гидроцилиндра навески при подъеме навесного плуга.

Оборудование и инструмент. Лабораторная установка с однокорпусным навесным плугом, оборудованная гидравлическим механизмом подъема и манометром; рулетка, линейка, угольник, угломер.

Порядок выполнения работы. Поднять плуг в заданное преподавателем положение и установить под носок лемеха деревянный брусок соответствующего размера.

Определить размеры звеньев и их положение согласно рисунку 4.1. Результаты замеров занести в таблицу 4.1.

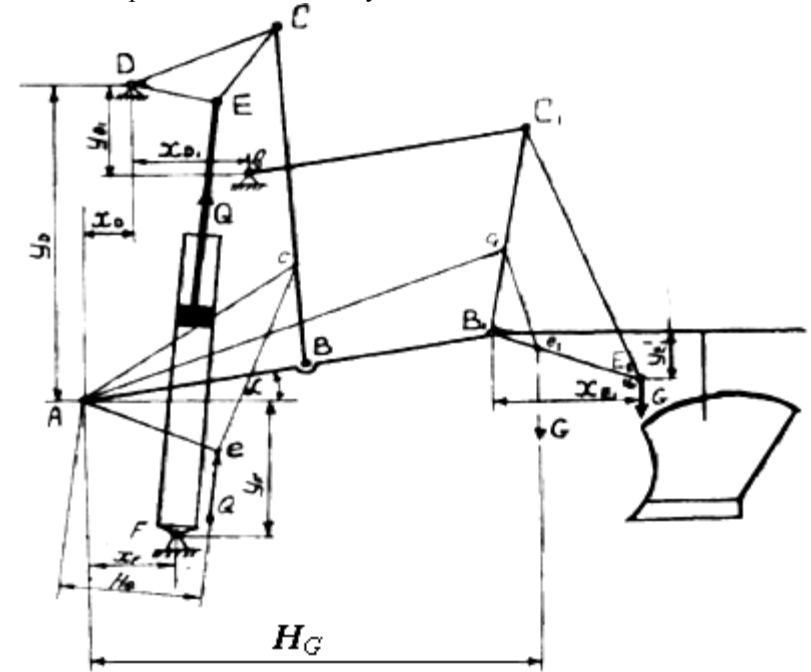


Рисунок 4.1 – Схема определения усилия в штоке гидроцилиндра

Таблица 4.1 – Исходные данные

Измеряемая величина	AB	AB ₁	BC	CD	DE	EF	B ₁ C ₁	C ₁ D ₁	α
Значение, мм									
Измеряемая величина	X _D	Y _D	X _{D1}	Y _{D1}	X _F	Y _F	X _{E1}	Y _{E1}	G, Н
Значение, мм									

На листе миллиметровой бумаги (формат А3) в масштабе 1:5 построить схему навесного плуга. Построить наложенный на схему плуга план скоростей, повернутый на 90°. За полюс плана скоростей принять точку А.

Если принять масштаб плана скоростей равным ω , то скорости точек В и В₁ будут представлены отрезками АВ и АВ₁. Скорость точки С можно определить, решая графически следующие уравнения:

$$\vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{CB},$$

$$\overline{V}_C = \overline{V}_D + \overline{V}_{CD} \quad (4.1)$$

Так как $\overline{V}_{CB} \perp BC$ и $\overline{V}_{CD} \perp CD$, то для определения скорости точки С на повернутом на 90° плане следует из точки А провести прямую, параллельную CD, до пересечения с BC. Отрезок AC будет представлять скорость точки С. Для нахождения скорости точки Е на отрезке AC построить треугольник, подобный $\triangle CDE$.

Скорость точки C_1 определяют аналогично скорости точки С. Для определения скорости точки E_1 соединить её с точками B_1 и C_1 и на стороне B_1C_1 построить треугольник, подобный $\triangle B_1C_1E_1$.

Поместить в точки е и e_1 силы Q и G. Пользуясь правилом рычага Н.Е. Жуковского, определить Q:

$$Q = \left(\frac{H_G}{H_Q} \right) \cdot G, \quad (4.2)$$

где H_G и H_Q – плечи сил G и Q относительно полюса плана скоростей.

Масса плуга задается преподавателем.

Опустить плуг, убрать брусок. Поднять плуг в заданное положение и записать показания манометра. По давлению в гидросистеме рассчитать усилие Q' , развиваемое гидроцилиндром:

$$Q' = P \cdot F, \quad (4.3)$$

где F - площадь гидроцилиндра.

Сравнить полученное значение с расчетным:

$$\varepsilon_Q = \frac{Q' - Q}{Q} 100\% \quad (4.4)$$

Результаты занести в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Параметры режима работы механизма навески

Определяемая величина	P, МПа	Д, мм	F, мм ²	Q', Н	ε_Q , %
Значение					

Содержание отчета

Содержание работы.

Результаты замеров (см. таблицу 4.1).

Схема механизмов плуга и рычаги Жуковского.

Расчеты произвести для трех положений: а) при ходе штока O_{mm} (рабочее положение); б) при ходе штока 0,5 выхода (середина подъема); в) при полном выходе штока (конец подъема). По результатам построить график

$$Q = \gamma(h_{шт})$$

Результаты экспериментального определения усилия, развиваемого гидроцилиндром, и сравнение его с расчетным (см. таблицу 4.2).

Вопросы выходного контроля

1. Назвать условие равновесия навесного плуга.
2. Сущность применения рычага Жуковского для определения усилий в механизме навески.
3. Для чего и в каком масштабе строится план положений механизма навески?
4. Пояснить зависимость между графиком изменения усилий на штоке гидроцилиндра подъема навески и её регулировками.
5. С какой целью определяется усилие на штоке гидроцилиндра в разных положениях подъёма?
6. На что влияет место крепления опорного колеса?
7. Показать схемой направление действия силы на ободу колеса при смятии почвы.

Работа 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗВЕНА ЗУБОВОЙ БОРОНЫ

Вопросы входного контроля

1. Назвать типы зубовых борон и отметить их назначение.
2. Назвать агротребования к боронованию и зубовым боронам.
3. Рассказать устройство и конструктивные особенности зубовых борон.
4. Перечислить способы агрегатирования зубовых борон.
5. Назвать типы рабочих органов зубовых борон и отметить их конструктивные особенности.
6. Объяснить процесс работы зуба бороны: *a* – круглого, *b* – квадратного, *в* – овального, *г* – в виде стрелчатой лапки, *д* – ножевидного, *е* – пружинного.

Общие сведения. Жесткие зубовые бороны применяют преимущественно для рыхления верхних слоев почвы после вспашки или культивации, разрушения глыб и корки, уничтожения сорняков, а также для заделывания семян и удобрений при разбросном посеве. Бороны бывают легкие, средние и тяжелые. Это деление определяется нагрузкой на зуб от массы бороны. Основные параметры зубовых борон приведены в таблице 5.1, а основные формы зубьев – на рисунке 5.1.

При расстановке зубьев на раме бороны необходимо учитывать следующие требования:

- каждый зуб должен проводить самостоятельную борозду;
- борозды по всей ширине захвата должны находиться на равных одна от другой расстояниях;
- для обеспечения устойчивого хода бороны сила тяги должна проходить через след центра тяжести.

Таблица 5.1 – Основные параметры зубовых борон

Тип бороны	Междурядье a , мм	Глубина хода, мм	Нагрузка на 1 зуб q, H	Тяговое сопротив- ление на 1 зуб P_0, H	Расстояние между рядами зубьев, мм		Длина зуба, мм	Сечение зуба
					h	h_1		
Тяжелая	50-75	75-125	16-20	40-50	300-450	150-300	150-300	Квад- ратное
Средняя	40-55	40-75	12-15	20-25	250-350	150-250	100-200	Квад- ратное
Легкая	25-35	20-40	6-10	10-15	200-300	100-200	100-150	Круглое

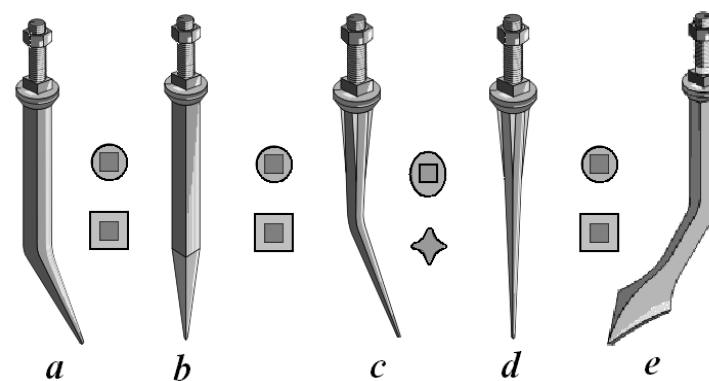


Рисунок 5.1 – Формы зубьев:

a) и *b*) – квадратные; *c*) – овалный; *d*) – конусный; *e*) – стрельчатая лапка

Содержание работы. Спроектировать звено зубовой бороны типа «зигзаг» (рисунок 5.2), определить форму рамы и конструктивные размеры бороны.

Исходные данные: a – ширина междурядья; M – количество поперечных планок; N – количество продольных планок; R – количество ходов основного винта; h – расстояние между поперечными планками; q – нагрузка на 1 зуб; P_0 – тяговое сопротивление 1 зуба; l – длина 1 зуба. Варианты исходных данных приведены в таблице 5.2.

Порядок выполнения. Приведенные выше требования к положению зубьев могут быть выполнены при размещении их на развертке многоходового винта (основного и дополнительного) в точках пересечения винтовых линий с образующими цилиндра, расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга. Для построения зубового поля необходимо следующее.



Рисунок 5.2 – Звено зубовой бороны «зигзаг»

На листе миллиметровой бумаги (формат А4) нанести образующие 1-1, 2-2 и т.д. в количестве $(M+1)$, расположив их на расстоянии h друг от друга (рисунок 5.3).

Определить шаг винта

$$b = M \cdot a \quad (5.1)$$

Определить ход основного винта

$$t = b \cdot k \quad (5.2)$$

Определить число ходов дополнительного винта

$$k_1 = M - k \quad (5.3)$$

Определить ход дополнительного винта

$$t_1 = b \cdot k_1 \quad (5.4)$$

На образующей 1-1 отложить отрезки $AB = t$ и $BC = t_1$, разделив их на соответствующее количество частей, равных b .

Из точки В восстановить перпендикуляр ВД в точку Д пересечения его с образующей 1' – 1' и соединить точку Д с точками А и С. Прямые АД и СД представляют развертку винтовых линий основного и дополнительного винтов. Вправо и влево от точки Д провести ряд наклонных прямых, параллельных АД и СД и удаленных друг от друга на расстоянии b . Общая ширина зубового поля при этом должна быть не менее $(N+1)$. Зубовое поле, построенное на $M+1$ образующих, представляет полную развертку винта, в которой верхняя образующая 1' – 1' повторяет 1 – 1. Поэтому M планок должны быть расположены на M образующих.

Таблица 5.2 – Исходные данные для проектирования звена зубовой бороны

Вари- ант	Тип бороны	k	M	N	h, мм	a, мм	q, Н/зуб	Po, Н/зуб	Z, мм
1	Легкая	3	5	4	200	25	9	12	100
2	Легкая	2	5	5	300	35	8	10	100
3	Тяжелая	3	5	5	325	50	18	45	150
4	Тяжелая	2	5	4	375	60	20	50	200
5	Средняя	3	5	5	250	40	12	22	140
6	Средняя	2	5	4	275	45	15	25	175
7	Легкая	3	5	6	300	25	7	12	125
8	Легкая	2	5	6	275	30	8	15	150
9	Средняя	3	5	5	275	40	14	24	175
10	Средняя	2	5	4	300	50	13	25	200
11	Тяжелая	3	5	4	450	75	20	45	250
12	Тяжелая	2	5	5	400	70	18	47	275
13	Легкая	3	5	6	300	30	9	15	125
14	Легкая	2	5	5	250	25	10	15	100
15	Средняя	3	5	5	350	45	13	21	125
16	Тяжелая	2	5	5	400	55	20	45	300
17	Тяжелая	3	5	4	450	70	17	48	250
18	Легкая	2	5	6	275	25	8	12	120
19	Легкая	3	5	5	225	30	10	14	125
20	Тяжелая	2	5	4	425	60	16	45	250
21	Тяжелая	3	5	5	400	55	18	49	225
22	Средняя	2	5	6	325	50	15	24	175
23	Средняя	3	5	5	300	40	14	23	200
24	Легкая	2	5	6	300	25	6	11	130
25	Легкая	3	7	5	250	30	7	14	140
26	Тяжелая	3	7	5	400	50	20	50	200
27	Тяжелая	5	7	4	350	60	18	45	225
28	Легкая	4	7	6	250	25	7	12	125
29	Легкая	2	7	5	275	30	9	15	150
30	Средняя	3	7	6	250	40	12	20	150

Построить контур звена бороны, располагая среднюю часть продольных зигзагообразных планок между 2-й и 4-й образующими *только* вдоль развертки винта с меньшим ходом. Для проверки правильности выбора формы звена необходимо спроектировать на образующую 1 – 1 все точки пересечения поперечных планок с одной из продольных, т.е. точки, в которых должны быть закреплены зубья бороны. Если по одному следу проходит только один зуб и все бороздки удалены друг от друга на одинаковые расстояния, равные междурядью а, то форма звена соответствует поставленным требованиям. Зубья на крайних поперечных планках не склонны к забиванию растительными остатками. Поэтому для уменьшения габаритов бороны они могут быть приближены к средним до расстояния h_1 (см. таблицу 5.1). Для этого необходимо провести дополнительные образующие 1" – 1" и 5" – 5" на рас-

стоянии h_1 (см. рисунок 5.3) и спроектировать на них точки расположения зубьев с 1-й и 5-й образующих. Таким образом, зубья, расположенные на крайних планках, оказываются смещенными с развертки винтовой линии.

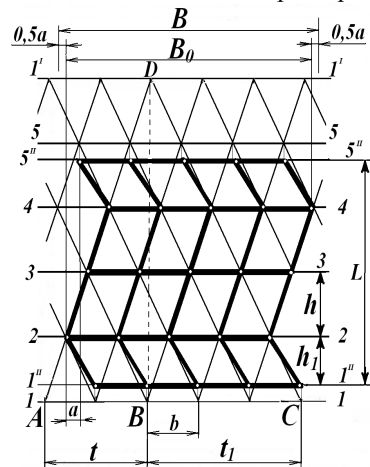


Рисунок 5.3 – Схема размещения зубьев

Определить конструктивные размеры звена. Конструктивную ширину захвата можно определить по зависимости

$$B_0 = (Z - 1) \cdot a, \quad (5.5)$$

где $Z = MN$ - число зубьев.

Ширина захвата В бороны будет $B = B_0 + a$.

Длина L звена бороны

$$L = \frac{h + h_1}{2} (M - 1) \quad (5.6)$$

Для устойчивого хода необходимо, чтобы линия тяги проходила через след центра тяжести бороны (рисунок 5.4). Это условие обеспечивается при

$$\alpha = \arctg(2l/L) \quad (5.7)$$

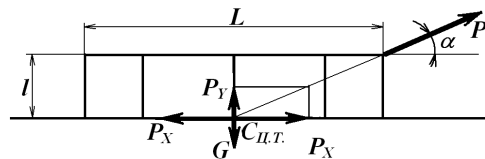


Рисунок 5.4 – Схема определения равновесия зубовой бороны

Тогда требуемая нагрузка на зуб будет обеспечена при массе звена бороны

$$G = q \cdot z + P_o \cdot z \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (5.8)$$

Содержание отчета.

Содержание работы.

Исходные данные с указанием варианта.

Расчеты, необходимые для проектирования звена.

Контур звена бороны со всеми промежуточными построениями (на листе миллиметровой бумаги формата А4).

Определение основных параметров звена бороны (B_0 , B , L , α , G) и схемы действия сил (см. рисунок 5.4).

Вопросы выходного контроля

1. Пояснить процесс взаимодействия зуба бороны с почвой.
2. Перечислить основные требования, предъявляемые к зубовым боронам.
3. Изложить методику построения зубового поля и дать его характеристику.
4. Объяснить процесс настройки зубовой бороны для равномерного хода зубьев по глубине.
5. Назвать способы регулирования глубины обработки зубowymi боронами.
6. Пояснить основные свойства бороны.
7. Объясните, почему у звена бороны две ширины.

6. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСА ПЛУГА

Содержание работы. Построить отвальную поверхность корпуса плуга заданного типа (культурную, полувинтовую) в трех проекциях. Построить кривые ортогональных сечений (шаблоны) и развертку (заготовку) поверхности. Вычертить кривые сечений отвальной поверхности продольно- и поперечно-вертикальными плоскостями.

Для выполнения работы должны быть заданы следующие величины:

- глубина пахоты a ;
- ширина захвата корпуса b (или отношение $b/a = k$);
- тип поверхности;
- угол лезвия лемеха со стенкой борозды γ_0 ;
- минимальное значение угла промежуточной образующей γ_{min} на высоте $z_1=5-10$ см от дна борозды;
- угол наклона лемеха ко дну борозды ε ;
- увеличение дуги направляющей кривой $\Delta\varepsilon$.

Указанные величины можно выбирать из таблицы 6.1:

- ширина лемешной стали t , равная 105, 114, 122, 132, 152 мм;
- ширина плоской части лемеха S , равная 30-60мм;
- тип направляющей кривой – парабола;

- закономерность изменения углов, образующих со стенкой борозды

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

Таблица 6.1 – Линейные и угловые параметры отвальных поверхностей

Тип рабочей поверхности	a, см	b, см	γ_0	$\gamma_0 - \gamma_{\min}$	$\gamma_{\max} - \gamma_{\min}$	ε	$\Delta\varepsilon$
Культурная	20-27	30-40	40-45	1-2	2-7	25-35	4-5
Полувинтовая	25-35	40-55	35-40	2-4	7-15	22-27	8-10

Указания по выполнению работы. Построение выполняют на листе бумаги форматом А1 в масштабе 1:2 или 1:2,5. Существует несколько методов построения отвальных поверхностей: перемещением горизонтальной образующей по двум направляющим параболам, по одной направляющей кривой (парабола) и заданному закону изменения угла образующих со стенкой борозды; равномерным вращением и скольжением кривой вертикального сечения по следу и др. Построение культурных и полувинтовых поверхностей отвала наиболее разработано с помощью одной направляющей кривой и закона изменения угла образующих со стенкой борозды.

Проектирование начинают с построения профиля борозды и поперечно-вертикальной проекции (лобового контура) отвала. Профиль борозды (рисунок 6.1) определяют заданными размерами сечения пласта, т.е. глубиной пахоты a и шириной захвата корпуса $b = a \cdot K$.

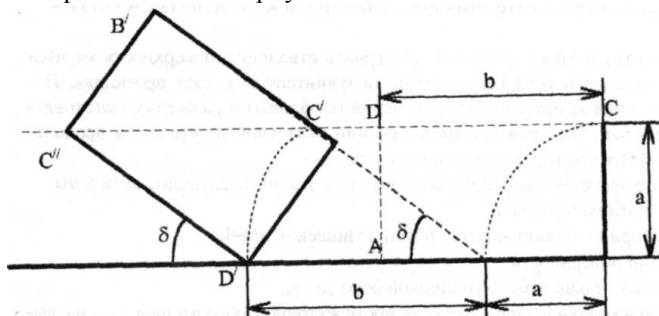


Рисунок 6.1 – Схема оборота пласта

Для получения профиля борозды необходимо выполнять соответствующие построения [2, с. 24-26; 3, с. 440-442; 4, с. 127-129; 1, с.232-234].

Построение проекции (рисунок 6.2) отвала на поперечно-вертикальную плоскость (лобовой контур) производят по способу профессора Н.В. Щукина. [2, с. 25-28; 4, с. 130-132; 1, с. 232-235].

Выбор закономерности изменения угла γ , вычисление промежуточных значений его и построение графика $\gamma = f \cdot (z)$.

Для окультуренных старопахотных почв с хорошей структурой применяют отвалы культурного типа, обладающие хорошими рыхлящими свойствами при достаточном обороте пласта, а в последнее время и скоростные плуги, позволяющие производить вспашку на скорости до 12-15 км/ч.

Для подъема залежных земель с плотным дерновым покровом более применимы полувинтовые отвалы, обладающие хорошими оборачивающими способностями.

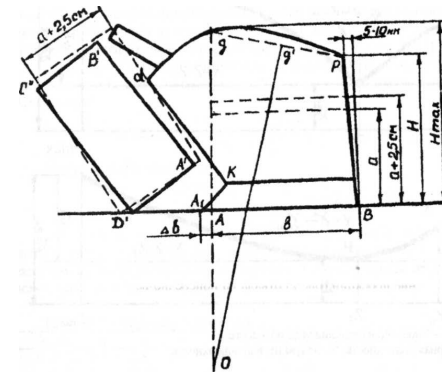


Рисунок 6.2 – Построение лобового контура отвала (по Щукину)

Постановка лемеха ко дну борозды (ε) и к стенке борозды (γ_0), а также расположение груди отвала ($\gamma_{\min}$) и крыла его ($\gamma_{\max}$) относительно стенки борозды определяют собой форму отвала. Отличия в форме поверхности культурных и полувинтовых отвалов, обусловленные особенностями технологии пахоты, находят полное отражение в характере и величине изменений углов γ наклона горизонтальных образующих цилиндрида к стенке борозды в зависимости от высоты расположения этих образующих над дном борозды.

При проектировании необходимо, прежде всего, знать, какой тип отвала проектируется, какой вид закономерности следует выбрать, чтобы построить поверхность отвала нужного типа [2, с. 47-54; 4, с. 133-135; 1, с. 234-238].

Закон изменения углов γ выражается на чертеже диаграммой их тангенсов, для построения которой необходимо рассчитать значения тангенсов промежуточных углов и нанести их в некотором масштабе (например, $\text{tg}45^\circ = 100 \text{ мм}$) на лобовой проекции или отдельно на продолжении горизонтальных образующих.

Отвальные поверхности культурного типа

Характер изменения углов γ по высоте представлен на рисунке 6.3 кривой, описываемой уравнением

$$Y = \frac{6,2 \cdot X^2}{X^2 + 100} \quad (6.1)$$

a

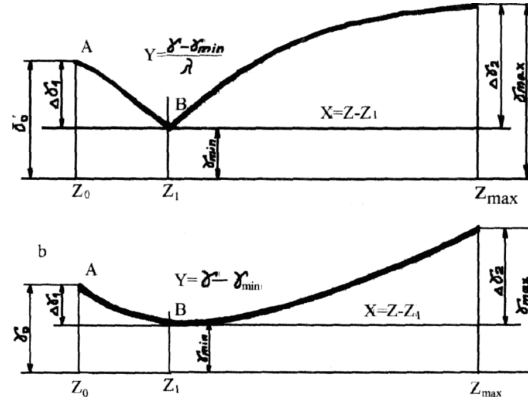


Рисунок 6.3 – Характер изменения угла γ по высоте:

a – культурная поверхность; b – полувинтовая поверхность

Начало координат располагают в точке B, соответствующей по высоте отметке z . На графике $\gamma = f(z)$ по оси абсцисс откладывают значения z от отметок по высоте, на которых расположены соответствующие образующие на лобовом контуре отвала.

В уравнении (6.1) эти отметки выражены значением аргумента $X = Z - Z_1$. Для образующих, расположенных на отвале ниже Z_1 , все значения X будут отрицательными, а для образующих, лежащих выше Z_1 , - положительными. Начальная отметка $Z_0 = 0$ совпадает с дном борозды и ей соответствует значение аргумента $X = Z - Z_1 = Z_1$, верхняя отметка - $Z_{\max} = H_{\max}$ и ей соответствует значение аргумента $Z_{\max} - Z_1$.

По оси ординат откладывают значения величины нарастания (изменения) угла γ , т.е. $\gamma_0 - \gamma_{\min} = \Delta\gamma$. В уравнении (6.1) эта величина определяется значением функции Y , взятой в определенном масштабе λ , т.е. $\Delta\gamma = \lambda Y$.

Значения масштабов находят по заданным граничным параметрам:

$$\text{для левой ветви } \lambda_1 = \frac{\gamma_0 - \gamma_{\min}}{\gamma_0} \text{ и для правой } \lambda_2 = \frac{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}{\gamma_{\max}}.$$

Зная масштаб λ и пользуясь формулой (6.1), можно найти значение

угла γ образующей, расположенной на любой высоте X , так как

$$\gamma = \gamma_{\min} + \Delta\gamma = \gamma_{\min} + \lambda y = \gamma_{\min} + \lambda \frac{6,2 \cdot x^2}{x^2 + 100}$$

Порядок вычисления углов γ для образующих культурного отвала можно проследить на конкретном примере. Пусть заданы параметры: $\gamma_0 = 41^\circ$, $\gamma_{\min} = 39^\circ$, $\gamma_{\max} = 46^\circ$. При построении лобовой проекции получили $H_{\max} = 40,3$ см. Примем, что образующая, расположенная под углом $\gamma_{\min}$, лежит на высоте $z_1 = 8$ см от дна борозды. Расчет ведут отдельно для левой и правой ветвей параболы и результаты сводят в таблицу (таблицы 6.2 и 6.3).

Левая ветвь. Намечают интервалы на высоте от $Z_0 = 0$ до $Z_t = 8$ через 2 см, абсцисса X_0 для отметки Z_0 будет $X_0 = Z_0 - Z_1 = -8$, ордината Y_0 этой отметки равна:

$$Y_0 = \frac{6,2 X_0^2}{X_0^2 + 100} = \frac{6,2(-8)^2}{(-8)^2 + 100} = 2,42 \text{ см}$$

Масштаб λ_1 для левой ветви:

$$\lambda_1 = \frac{\gamma_0 - \gamma_{\min}}{Y_0} = \frac{41^0 - 39^0}{2,42} = 0,826^0 \text{ на 1 см}$$

Для левой ветви кривой $\gamma = f \cdot (z)$ ГОСТ 65-53 предусматривает возможность применения линейной зависимости γ от Z . В таком случае в рассматриваемом примере промежуточные значения угла y в интервале от γ_0 по $\gamma_{\min}$ могут быть приняты: 41° , $40^\circ 30'$, 40° , $39^\circ 30'$, 39° .

Таблица 6.2 – Параметры левой ветви

Z, см	0	2	4	6	8
$X = Z - Z_1$	-8	-6	-4	-2	0
$Y = \frac{6,2 \cdot X^2}{X^2 + 100}$	2,42	1,64	0,855	0,238	0
$\Delta\gamma = \lambda_1 \cdot Y$	2°00	1°35′	0°708	0°196	0
$\Delta\gamma^0$	2°	1°16′	0°42	0°12	0
$\gamma^0 = \gamma_{\min}^0 + \Delta\gamma^0$	41°	40°30′	40°	39°30′	39°
$100 \cdot \operatorname{tg} \gamma$	87,0	84,8	83,9	81,8	81,0

Таблица 6.3 – Параметры правой ветви

Z, см	8	12	16	20	24	28	32	36	40,3
X=Z-Z ₁	0	4	8	12	16	20	24	28	32,3
$Y = \frac{6,2 \cdot X^2}{X^2 + 100}$	0	0,885	2,42	3,85	4,46	4,96	5,28	5,50	5,66
$\Delta\gamma = \lambda_2 \cdot y$	0	1° 06	3° 0	4° 52	5° 52	6° 14	6° 53	6° 81	7° 0
$\Delta\gamma$	0	1° 04	3°	4° 31	5° 31	6° 08	6° 32	6° 49	7°
$\gamma^0 = \gamma_{\min}^0 + \Delta\gamma^0$	39°	40° 04	42°	43° 31	44° 31	45° 08	45° 32	45° 49	46°
$100 \cdot \operatorname{tg} \gamma$	81,0	84,1	90,0	95,0	98,3	100,4	102,9	103	103,6

Правая ветвь. Намечают интервалы по высоте от Z₁ по Z_{max} через 4 см; абсцисса X_{max} для отметки Z_{max} = H_{max}, X_{max} = Z_{max} – Z₁ = 40,3 – 8 = 32,3 см. В этом случае значение X_{max} не кратно величине принятого интервала по высоте в 4 см. Следовательно, самая верхняя образующая, проходящая через верхнюю точку q до отвала, будет отстоять от соседней ниже лежащей образующей на величину интервала 4,3 см. Ордината Y_{max} для отметки Z_{max}

$$Y_{\max} = \frac{6,2 \cdot X^2}{X^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot (32,3)^2}{(32,3)^2 + 100} = 5,60$$

Масштаб λ_2 для правой ветви:

$$\lambda_2 = \frac{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}{Y_{\max}} = \frac{46^0 - 39^0}{5,66} = 1,24^0 \text{ на } 1 \text{ см}$$

График $\gamma = f(z)$ строят на полевом обресе лобового контура в линейном масштабе μ (например, 1° в 1 см).

Значения 100tg углов γ используют для построения графика тангенсов γ и по его величинам - проекций образующих отвальной поверхности в плане.

Отвальные поверхности полувинтового типа

Характер изменения углов γ по высоте представлен на рисунке 6.3, б кривой, описываемой уравнением

$$Y = \frac{X^2}{2P} \quad (6.2)$$

Для вычисления промежуточных значений угла γ необходимо определить для левой и правой ветвей кривой значение параметров P' и P. Параметры P' и P выбирают в зависимости от масштаба λ для угла γ и определяют

по граничным значениям углов. Масштаб принимают $\lambda = 1$. Зная параметр и пользуясь формулой (6.2), можно найти величину угла γ для образующей, расположенной на любой высоте X , так как при $\lambda = 1$

$$\gamma = \gamma_{\min} + \Delta\gamma = \gamma_{\min} + Y = \gamma_{\min} + \frac{X^2}{2P}$$

Порядок вычисления углов γ для образующих полувинтового отвала можно проследить на примере. Пусть заданы параметры $\gamma_0 = 38^\circ$, $\gamma_{\min} = 35^\circ$, $\gamma_{\max} = 48^\circ$. При построении лобовой проекции получили $H_{\max} = 44$ см. Примем, что образующая, расположенная под углом $\gamma_{\min}$, лежит на высоте $Z_1 = 9$ см от дна борозды. Расчет ведут отдельно для левой и правой ветвей параболы.

Левая ветвь. Намечают интервалы по высоте от $Z_0 = 0$ до $Z_1 = 9$ см через 3 см, абсцисса X_0 для отметки Z_0 будет $X_0 = Z_0 - Z_1 = -9$ см. Если масштаб

$$\lambda_1 = \frac{\gamma_0 - \gamma_{\min}}{Y_0} = 1, \text{ то параметр } 2P' = \frac{X_0^2}{\gamma_0 - \gamma_{\min}} = \frac{(-9)^2}{38^\circ - 35^\circ} = 27.$$

$$\text{Ордината } y_0 = \gamma_0 - \gamma_{\min} = 38^\circ - 35^\circ = 3^\circ.$$

Правая ветвь. Намечают интервалы по высоте от Z_1 до $Z_{\max}$ через 5 см, абсцисса $X_{\max}$ для отметки $Z_{\max} = H_{\max}$ будет равна $Z_{\max} = Z_{\max} - Z_1 = 44 - 9 = 35$ см.

Принимая $\lambda_2 = \frac{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}{Y_{\max}} = 1$, найдем значение параметра

$$2P = \frac{X_{\max}^2}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}} = \frac{35^2}{48^\circ - 35^\circ} = 94,2. \text{ Ордината } y_{\max} \text{ для отметки } Z_{\max} \text{ равна}$$

$$Y_{\max} = \gamma_{\max} - \gamma_{\min} = 13^\circ.$$

Промежуточное значение угла γ для левой и правой ветвей сводят в одну таблицу (таблица 6.4).

График $\gamma = f(Z)$ строят на полевом обрезе лобового контура в масштабе μ (например, 2° в 1 см).

Значения $100 \tan \gamma$ углов γ используют для построения проекций образующей отвальной поверхности в плане.

Таблица 6.4 – Параметры левой и правой ветвей кривой

Участки графика	Левая ветвь							Правая ветвь						
Z, см	0	3	6	9	9	14	1419	24	29	34	39	44		
X=Z - Z ₁	-9	-6	-3	0	0	5	10	15	20	25	30	35		

$Y = \frac{X^2}{2P}$	3,0	1,33	0,33	0	0	0,26	1,06	2,39	4,24	6,64	9,55	13
$\gamma^0 = \gamma_{\min}^0 + \Delta\gamma^0$	3°00	1°20	0°20	0	0	0°16	1°04	2°23	4°14	6°38	9°33	13°00
$100 \cdot \operatorname{tg} \gamma$	78,1	73,6	70,9	70	70	70,7	72,8	76,4	81,6	88,9	98,4	110,6

Определение радиуса **R** и построение направляющей кривой цилиндрида

В качестве направляющей кривой принимают параболу, построенную на дуге окружности радиуса **R**. Величина его определяет собой размеры направляющей кривой и рабочей поверхности отвала. Чтобы пласт мог целиком поместиться на отвале и не пересыпался через его верхний обрез, требуется выбрать радиус **R** больше предельного значения **R_{min}**, определяемого по формуле

$$R_{\min} = \frac{b}{\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right) \cdot \cos \gamma_0}$$

Максимальное значение радиуса **R_{max}** ограничивается требованием, чтобы отваленный пласт не задирался правым обрезом отвала.

При этом **R_{max}** находят из выражения

$$R_{\max} = \frac{b\sqrt{k^2 - 1}}{k^2 \cdot (\cos \varepsilon - \cos \theta)},$$

где угол θ определяют из равенства

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\sqrt{k^2 - 1}}{\cos \gamma_0}$$

При проектировании отвалов плугов общего назначения радиус окружности можно принимать в пределах **R_{min} < R < R_{max}**. Для отвалов плугов при **K > 1,57** условие **R_{min} < R < R_{max}** не выполняется. В этих случаях С.М. Григорьев рекомендует находить значение радиуса **R_{min}** по формуле

$$R'_{\min} = \frac{b\sqrt{k^2 - 1}}{k \cdot (\cos \varepsilon + \sin \Delta\varepsilon)},$$

где $\Delta\varepsilon = 5 \dots 10^\circ$ - дополнительный угол, на который увеличивается дуга окружности для обеспечения большего подгиба крыла отвала.

Порядок построения направляющей кривой. На линии **XX**, представляющей горизонтальную проекцию стенки борозды, намечают точку **B₁** (рисунок 6.4), где будет располагаться носок лемеха. Из этой точки под углом γ_0 к стенке борозды проводят вниз линию **B₁A₁**, которая представляет собой горизонтальную проекцию нулевой образующей поверхности отвала. Спроектировав с лобового контура правый конец **A₁** лезвия лемеха на нуле-

вую образующую, получают горизонтальную проекцию лезвия A_1B_1 лемеха.

Перпендикулярно к линии лезвия A_1B_1 проводят след NN вертикальной секущей плоскости, в которой лежит направляющая кривая. Плоскость располагается на удалении от носка лемеха у культурных отвалов на $2/3$ длины лезвия лемеха, а у полувинтовых - проходит через правый конец A_1 лезвия.

Вертикальную плоскость NN совмещают с плоскостью чертежа и направляющую кривую вычерчивают в виде сечения на дополнительной проекции. Для этого нулевую образующую A_1B_1 продолжают вверх, отступив от точки B_1 носка лемеха на 20-30мм, на продолжении отмечают точку N' . Отмеченная точка представляет проекцию лезвия лемеха в плоскости NN .

На совмещенной плоскости проводят вертикаль $N'Z$, которая служит для определения высоты расположения любой точки будущей направляющей кривой над дном борозды. Для обозначения линии дна борозды через точку N' проводят перпендикуляр $N'N'$ к линии $N'Z$.

Положение лемеха к плоскости NN относительно дна борозды определяют углом ε , поэтому из точки N' проводят линию по $N'm$ под заданным углом ε . Чтобы найти положение центра O окружности, на которой должна быть построена направляющая парабола, необходимо из точки N' восстановить перпендикуляр к линии $N'm$ и от N' отложить отрезок $N'O$, равный радиусу R , выбранному после расчета $R_{\min}$ и $R_{\max}$. Затем из O проводят дугу $N'C$ радиусом R . Длина дуги может быть ограничена углом $90^\circ - \varepsilon$. При этом радиус R будет расположен параллельно линии дна борозды.

Однако для лучшего оборачивания пласта предусматривают увеличенный подгиб крыла отвала и дугу $N'C$ увеличивают на угол $\Delta\varepsilon$, продолжая её до точки F . Величину дополнительного угла принимают: для культурных отвалов $\Delta\varepsilon = 4-5^\circ$, для полувинтовых $\Delta\varepsilon = 8-10^\circ$, для скоростных $\Delta\varepsilon = 5-8^\circ$.

Построение направляющей параболы на дуге $N'F$ окружности производят следующим образом:

- от точки N' откладывают отрезок S , равный ширине плоской части лемеха. Величина этого отрезка меняется от 3 до 6 см при изменении глубины пахоты от 12 до 27 см;

- из точки F проводят касательную к дуге $N'F$ до пересечения в точке n' с другой касательной $N'F$. Угол ν между касательными, равный $90^\circ + \varepsilon - \Delta\varepsilon$, составляет у культурных отвалов 115° , у скоростных 112° и полувинтовых 110° .

Отрезки касательных $n'F$ и $(n'N' - Vs)$ делят на произвольное, но равное число частей. После нумерации части отрезков с одинаковыми номерами соединяют между собой вспомогательными линиями 1-1, 2-2 и т.д. Искомую параболу вычерчивают как огибающую всех вспомогательных прямых.

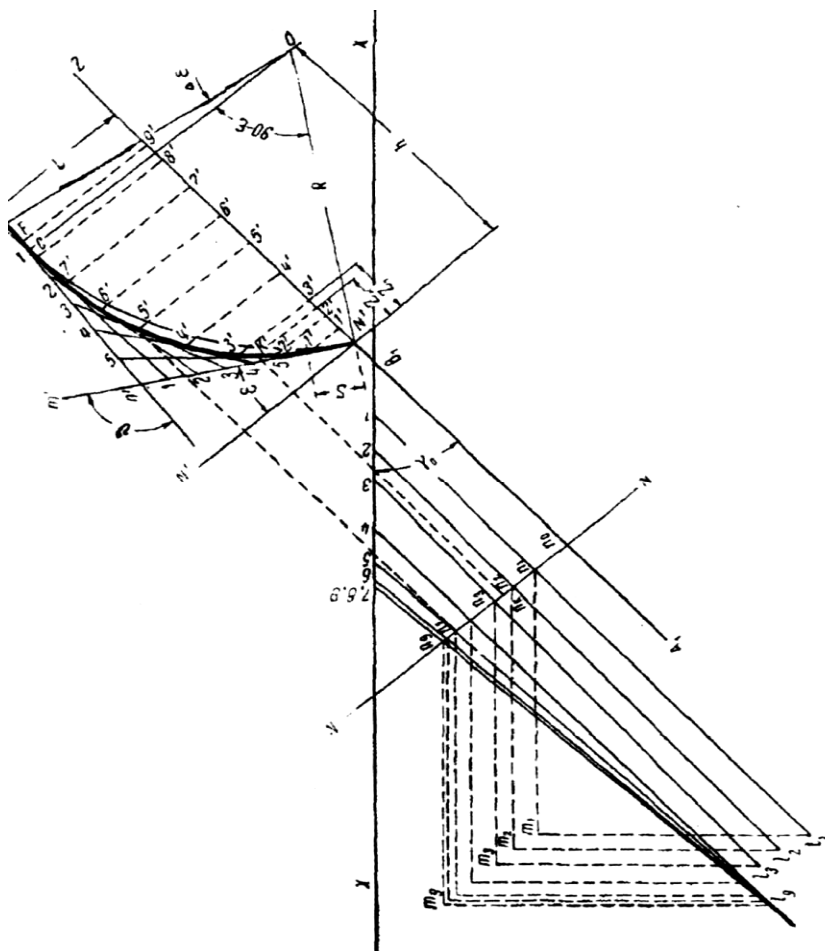


Рисунок 6.4 – Построение направляющей кривой

Положение точки **К'** стыка лемеха с отвалом на направляющей параболе можно получить, если отложить ширину лемеха **t**. Проектируя точку **К'** на вертикаль **N'Z**, получают высоту **Z_к** к линии стыка лемеха с отвалом на вертикальных проекциях (лобовой и продольно-вертикальной).

Вылет **L** и высоту **h** направляющей кривой определяют из построений, правильность которых проверяют расчетом по формулам

$$L = R(1 - \sin \epsilon), \quad h = R \cos \epsilon.$$

Построение горизонтальных проекций образующих и контура отвала

Для построения горизонтальной проекции отвала необходимо предварительно определить положение каждой образующей в плане. С этой целью на вертикали $N'z$ дополнительной проекции делают отметки $1', 2'$ и т.д. с теми же интервалами по высоте, как и на лобовом контуре отвала (рисунок 6.5).

Затем через отмеченные точки проводят горизонтالي $1'-1'$, $2'-2'$ и т.д., каждая из которых отметит положение соответствующей образующей на направляющей кривой.

Положение проекций образующих в плане находят переносом точек $1'$, $2'$, ... n' с направляющей кривой на её горизонтальный след, где отмечают точки n_0 , n_1 и т.д. Через них должны проходить образующие $0-0$, $1-1$ и т.д., расположенные под углом γ_0 , γ_1 и т.д. к стенке борозды. Проекции образующих в плане удобно строить с помощью диаграммы тангенсов. Для этого из точек n_0 , n_1 , и т.д. проводят вспомогательные прямые n_1m_1 , n_2m_2 и т.д. параллельно стенке борозды и от точек n_0 , n_1 на этих линиях откладывают отрезки n_1m_1 , n_2m_2 и т.д. длиной 100 мм. Затем через точки m_1 , m_2 перпендикулярно к стенке борозды проводят линии m_1l_1 , m_2l_2 и т.д. и на них откладывают отрезки, равные соответственно $m_1l_1 = 100 \operatorname{tg} \gamma_1$, $m_2l_2 = 100 \operatorname{tg} \gamma_2$ и т.д. Полученные точки l_1 , l_2 и т.д. соединяют прямыми l_1n_1 , l_2n_2 и эти прямые продолжают до пересечения со стенкой борозды (линией $X-X$).

Будучи расположенными под заданными углами γ к стенке борозды, эти прямые представляют проекции образующих на горизонтальной плоскости. Чтобы не перепутать линии, все образующие на проекциях нумеруют.

Построение горизонтального контура отвала выполняют переносом с лобовой проекции в план точек пересечения соответствующих образующих с контурными линиями. Нижний обрез AB лобового контура в плане представлен горизонтальной проекцией A_1B_1 лезвия лемеха.

Полевой обрез в плане представляется линией B_1P_1 , расположенной вдоль стенки борозды с некоторым наклоном к ней, определяемым положением точки P полевого обреза на лобовой проекции. Точка P_1 в плане должна лежать на той же или между теми же образующими, что и на лобовом контуре, и на том же расстоянии от стенки борозды.

Правый обрез лемеха A_1K_1 строят по дополнительной образующей. Высоту расположения стыка лемеха с отвалом определяют выбранной по ГОСТ 3294-46 шириной лемешной стали и заданным углом ϵ установки лемеха ко дну борозды. Откладывая на направляющей кривой размер ширины лемешной стали по дуге N_1K_1 и отметив на ней точку K' , получают высоту расположения ее над дном борозды. На высоте Z_k на лобовой проекции отвала проводят дополнительную образующую KK , пересечение которой с линией правого обреза в точке K отметит положение стыка лемеха с отвалом.

Точку K' с направляющей кривой сносят на ее след в плане, где отмечают точку n_k , через которую проводят дополнительную образующую K_1K_1 , наклоненную к стенке борозды под углом γ_k , значение которого берут из диаграммы тангенсов или графика $\gamma = f(z)$. Точку K правого обреза лобовой

проекцию сносят в план на образующую K_1K_1 . Полученная в плане точка K_1 отметит правый конец стыка. Правый конец лезвия лемеха в плане соединяют с точкой K_1 прямой A_1K_1 и получают правый обрез лемеха в плане. Правый обрез лемеха на лобовом контуре получают переносом пересечения контурной линии A_1K_1 с образующими в плане. Бороздной (правый) и верхний обрез отвала в плане строят путем переноса точек 4, 5, 6, 7...n лобовой проекции на соответствующие образующие в плане.

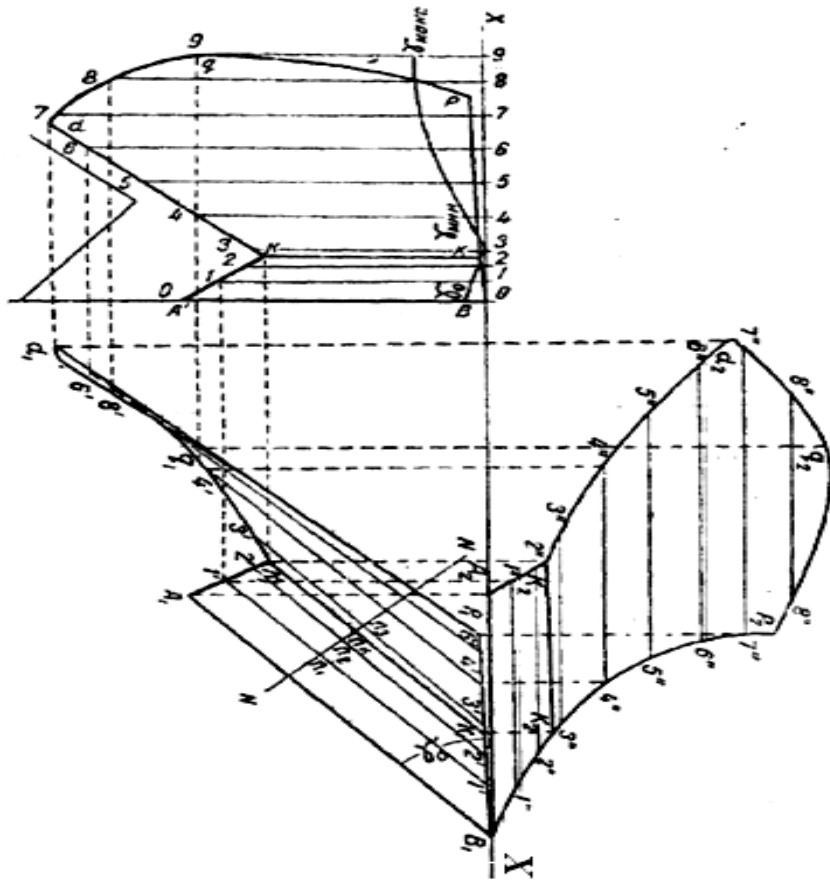


Рисунок 6.5 – Построение горизонтальной и профильной проекции рабочей поверхности корпуса

Построение продольно-вертикальной проекции отвала

За основание этой проекции принимают ось XX (линию стенки бороз-

ды в плане). При этом проекция носка лемеха в плане совмещается с проекцией его в продольно-вертикальной плоскости. Затем параллельно оси **XX** наносят проекции образующих, которые на этой плоскости проекции представляются горизонтальными прямыми **1'-1'**, **2'-2'** и т.д., расположенными на тех же высотах, что и проекции **1-1**, **2-2** на лобовом контуре. Полевой, бороздной, верхний и нижний обрезы контура отвала получают переносом контурных точек из плана на соответствующие образующие в продольно-вертикальной плоскости. После переноса всех точек обводят продольно-вертикальный контур отвала.

Построение сечений отвала продольно- и поперечно-вертикальной плоскости и построение кривых шаблонов

Сечения отвала продольно - и поперечно-вертикальными плоскостями дают возможность судить о технологических свойствах отвала, а сечения вертикальными плоскостями, перпендикулярными лезвию лемеха, - получить кривые шаблонов. В плане параллельно оси **XX** проводят прямые **a₁a₁**, **a₂a₂** (рисунок 6.6) и т.д. на одинаковом расстоянии друг от друга. Они представляют следы продольно-вертикальных плоскостей. Сечения **a'₁-a'₁**, **a'₂-a'₂** и т.д. на продольно-вертикальной плоскости проекций строят по точкам пересечения следов продольно-вертикальных плоскостей **a^{*}₁a^{*}₁**, **a^{*}₂a^{*}₂** и т.д. с образующими в плане. Полученные точки **t**, **S** и т.д. проектируют на продольно-вертикальную плоскость и отмечают на соответствующих образующих точки **t'**, **S'** и т.д. Соединив полученные точки плавной кривой, получают сечение отвала продольно-вертикальной плоскостью, отмеченной в плане линией **a₁a₁**. Так строят и все другие сечения.

Перпендикулярно оси **XX** в плане проводят прямые **b₁b₁**, **b₂b₂** и т.д., представляющие следы поперечно-вертикальных плоскостей, сечение которых надо найти на лобовой проекции отвала. Эти сечения получают переносом с плана на лобовой контур точек пересечения прямых **b₁b₁**, **b₂b₂** и т.д. с образующими в плане. Метод построения аналогичен построению сечений в продольно-вертикальной плоскости.

Перпендикулярно линии лезвия лемеха в плане проводят ряд прямых **U₁U₁**, **U₂U₂** и т.д. на одинаковом расстоянии друг от друга, представляющих следы секущих плоскостей, в которых расположены кривые шаблонов. Чтобы видеть эти кривые в неискаженном виде, секущие плоскости необходимо совместить с плоскостью чертежа аналогично тому, как это делали с плоскостью направляющей кривой.

Выбрав на листе свободное место, проводят горизонтальную прямую **00**, отмечающую дно борозды. Затем в ней восстанавливают перпендикуляры **U'₁ Z₁**, **U'₂ Z₂** и т.д., располагая их на одинаковом расстоянии друг от друга. Затем параллельно линии дна борозды **00** проводят горизонтальные прямые, представляющие собой следы плоскостей, в которых лежат образующие **1**, **2**, **3** и т.д. Интервалы между этими прямыми по высоте такие же, как и для образующих на лобовом контуре отвала, кривые строят по точкам, в которых секущие плоскости пересекаются с образующими в плане.

Прием построения можно проследить на примере сечения отвала плоскостью U_2 . Для этого точку пересечения плоскости U_2 с лезвием лемеха сносят на нулевую образующую 00 в точку U'_2 (на дополнительной проекции). В плане отмечают точки I_1, I_2 и т.д., где горизонтальный след плоскости U_2 пересекает образующие $1', 2', 3'$ и т.д.

Полученные отрезки от линий A_1B_1 до точек I_1, I_2 и т.д. являются горизонтальными координатами точек I_1, I_2 и т.д. относительно вертикальной линии, проходящей в плоскости U_2 через точку пересечения с линией лезвия лемеха A_1B_1 . Точки I_1, I_2 и т.д. плана переносят на дополнительную проекцию и отмечают координаты этих точек на высоте соответствующих образующих от линии $U'_2 Z_2$ точками I'_1, I'_2 и т.д., равными соответствующим отрезкам в плане от линии лезвия лемеха A_1B_1 до точек I_1, I_2 и т.д. Полученный ряд точек I_1, I_2 и т.д. представляет кривую шаблона в плоскости U_2 в неискаженном виде. Кривые других шаблонов строят аналогичным способом.

Построение развертки (заготовки) отвальной плоскости

Развертка рабочей поверхности необходима для вырезки на ней заготовки, на которой штампуют отвал. Поверхность цилиндрида не развертывается на плоскость без искажений, поэтому вычерчиваемая развертка будет приближенной, развертку строят по выпрямленным кривым шаблонов. Для этого на проекции лемеха, взятой из плана, отмечают точки, отстоящие на таких же расстояниях от носка лемеха, как и соответствующие ортогональные секущие плоскости, по которым построены кривые шаблонов. В этих точках восстанавливают перпендикуляры к лезвию лемеха, которые будут расположены в плоскостях сечений. Допустим, что взяты секущие плоскости II и IV (рисунок 6.7). На этих прямых откладывают отрезки $a''b'' = a'b', b''c'' = b'c'$ и т.д. Отрезки $a'b', b'c'$ берут из соответствующих кривых шаблонов. Затем точки, лежащие на одних и тех же образующих (например, точки b'' и b' лежат на 1-й образующей, точки c'' и m'' - на 2-й и т.д.), соединяют прямой.

От точки I'' откладывают вправо отрезок I''_1 , взятый из горизонтальной проекции отвала, и влево – отрезок I''_1 , от точки m'' – отрезок m''_2 вправо и отрезок m''_2'' – влево. Полученные точки контура соединяют плавной линией, которая и будет контуром развертки (заготовки).

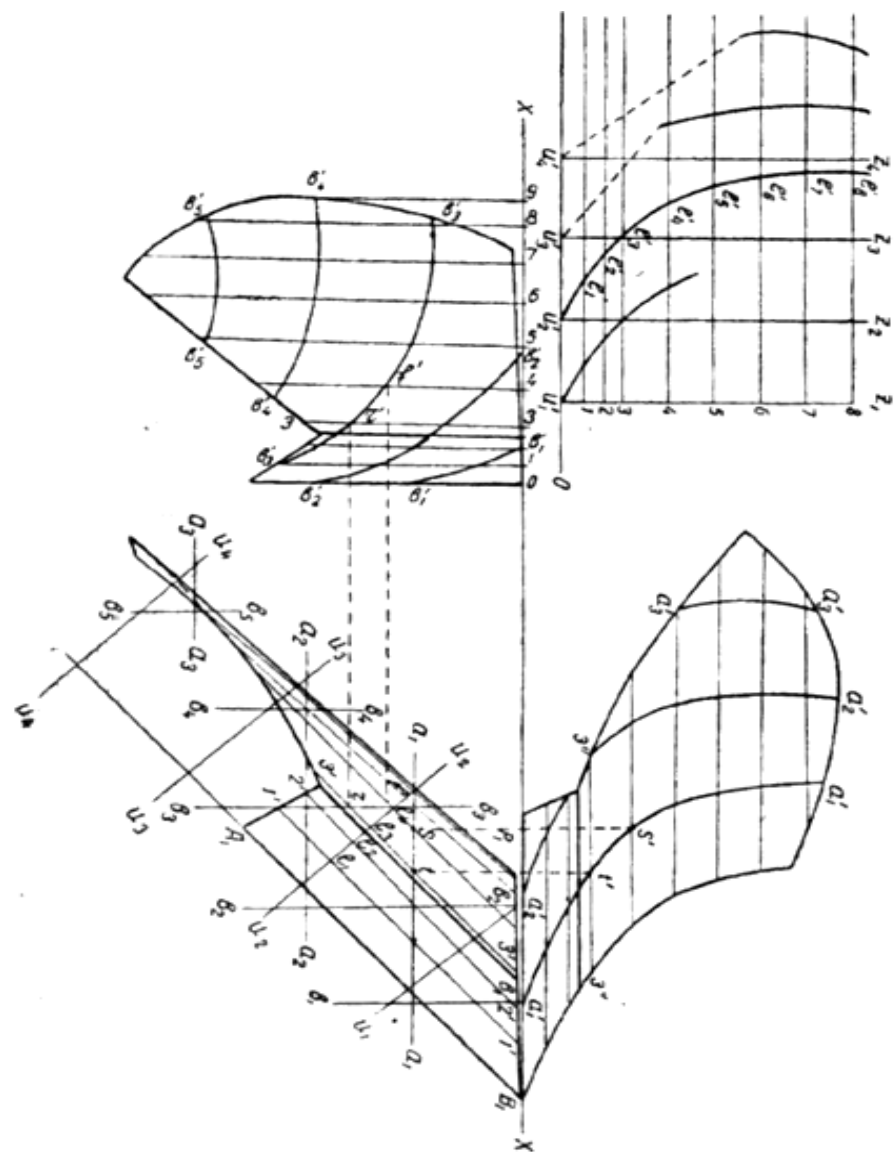


Рисунок 6.6 – Построение сечения отвала и кривых шаблонов

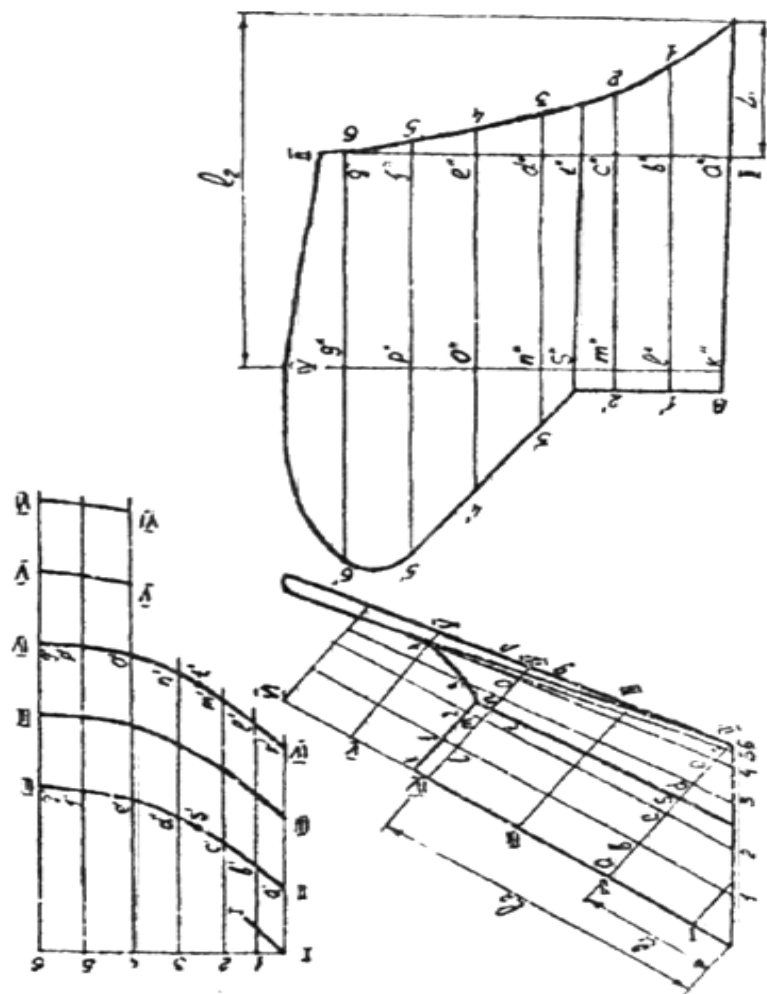


Рисунок 6.7 – Построение развертки отвальной поверхности корпуса

Библиографический список

1. Сельскохозяйственные машины [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.П.Капустин, Ю.Е.Глазков - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 280 с. [ЭБС ИНФРА-М]
2. Гуляев В.П. Сельскохозяйственные машины. Краткий курс. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 240 с. [ЭБС Лань]
3. Максимов И.И. Практикум по сельскохозяйственным машинам / И.И. Максимов, И.И. Максимов. – Санкт-Петербург, Москва, Краснодар. 2015. – 416с.
4. Бельтюков Л.П. Сельскохозяйственные машины: теория, расчет, конструкция, использование / Л.П. Бельтюков, Н.А. Вахрушеев, А.С. Ерешко, В.Г. Шурупов. – зерноград.: АЧГАА. 2013.- 680с.
4. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. – М.: Сельхозгиз, 1985.
5. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. - М.: Агропромиздат, 1986.
6. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. - М.: Колос, 1980.
7. Любимов Л. И. и др. Практикум по сельскохозяйственным машинам. - М.: Колос, 1971.
8. Кленин Н.И. Практикум по сельскохозяйственным машинам. - М.: Сельхозиздат, 1963.

Содержание

Введение.....	3
Обработка результатов измерений.....	4
Работа 1. Определение твердости и коэффициента объемного смятия почвы.....	5
Работа 2. Определение коэффициентов трения скольжения и покоя сельскохозяйственных материалов по различным поверхностям.....	11
Работа 3. Определение основных характеристик отвальной поверхности плужного корпуса.....	19
Работа 4. Определение усилия подъема навесного плуга.....	26
Работа 5. Проектирование звена зубовой бороны.....	29
6. Задание для самостоятельного выполнения. Проектирование рабочей поверхности корпуса плуга.....	35
Библиографический список.....	52

Составители:

Головатюк Виктор Антонович
Щукин Сергей Геннадиевич
Демидов Владимир Павлович
Луцик Вячеслав Григорьевич

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

Методические указания к выполнению лабораторных работ

Редактор

Компьютерная верстка

Н.К. Крупина

Е.В. Агафонова

Подписано в печать

Формат 60x84. $\frac{1}{16}$ Объем 3,9 уч.- изд. л., 3,7 усл. печ.л.

Тираж 100 экз. Бумага офсетная. Изд. № 2. Заказ № ____

Отпечатано в издательстве НГАУ

630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106.

Тел. факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru