

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комин Андрей Эдуардович

Должность: ректор

Дата подписания: 01.12.2018 06:15:31

Уникальный программный идентификатор:

f6c6d686f0c899fdf76a1ed8b448452ab8cac6fb1af6547b6d40cdf1bdc60ae2

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Приморская государственная сельскохозяйственная академия»  
Инженерно-технологический институт

Кафедра проектирования  
и механизации технологических  
процессов

Современные технологии и технические средства возделывания, уборки и  
переработки сельскохозяйственных культур

Методические указания по выполнению практических занятий и  
самостоятельной работы обучающихся по направлению 35.06.04  
Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в  
сельском, лесном и рыбном хозяйстве  
направленности «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»

*Электронное издание*

Уссурийск 2018

УДК

Шишлов А. Н.. Современные технологии и технические средства возделывания, уборки и переработки сельскохозяйственных культур: методические указания по практическим занятиям для обучающихся по направлению подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве направленности «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» [Электронный ресурс]: / сост. А. Н. Шишлов; ФГБОУ ВО Приморская ГСХА. – Электрон. текст дан. – Уссурийск: ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, 2018. – 41 с. – Режим доступа: [www.de.primacad.ru](http://www.de.primacad.ru).

Методические указания составлены в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины (модуля).

Включают краткое содержание разделов дисциплины (модуля), указания для выполнения практических занятий.

Предназначены для обучающихся по направлению подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве.

*Электронное издание*

Рецензент: Д.А. Ломоносов, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры Инженерного обеспечения предприятий АПК

Издается по решению методического совета ФГБОУ ВО Приморская ГСХА  
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

## Задание № 1

### РАСЧЕТ ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

#### Содержание задания

1. Разработать операционную технологическую карту выполнения заданной технологической операции, максимально используя типовую операционную технологию и правила производства механизированных полевых работ для следующих операций:

- зяблевая вспашка;
- весновспашка;
- дискование;
- посев сои;
- междурядная обработка сои;
- посадка картофеля;
- окучивание картофеля;
- уборка картофеля;
- посев кукурузы;
- уборка кукурузы на силос;
- посев моркови;
- междурядная обработка моркови;
- уборка моркови;
- посев свеклы;
- междурядная обработка свеклы;
- уборка свеклы;
- уборка зерновых;
- заготовка сена.

Исходные данные – по согласованию с преподавателем:

Технологическая операция...

Состав агрегата.....

Размер поля .....

длина  $L = \dots\dots\dots$ м

ширина  $A = \dots\dots\dots$ м

площадь  $F = \dots\dots\dots$ га

Удельное сопротивление  $k = \dots\dots\dots$ кН/м

### **Указания к выполнению задания**

Операционно-технологическая карта (в соответствии с типовой операционной технологией) включает следующие разделы:

1. Условия работы;
2. Агротехнические требования;
3. Комплектование и подготовка агрегата;
4. Подготовка рабочего участка;
5. Работа МТА на участке;
6. Контроль и оценка качества работы;
7. Указание по охране труда (техника безопасности и противопожарные мероприятия).

Условия работы (исходные данные) отражены в разделе 1. «Условия работы». В графе «Значение показателей нормативных параметров», указывают основные показатели условий работы для конкретной операции (исходные данные, полученные от преподавателя). Например, для внесения органических удобрений необходимо отразить следующие условия: какая операция, площадь поля, длина гона, уклон местности, агрофон, норма внесения удобрений, плотность удобрений, дальность перевозки удобрений.

Агротехнические требования задают в виде технологических показателей и нормативов (временные, количественные и качественные), они служат критерием для наладки машин и контроля за качеством. В графе «Значение показателей нормативных параметров» отражают номинальные значения и допустимые отклонения показателей качества, дополнительные

условия и рекомендации при выполнении заданной операции. Агротехнические требования можно устанавливать по нормативам, принятым в хозяйстве, или по литературным источникам с учетом особенностей условий конкретной хозяйственной зоны. Например, для уборки зерновых культур прямым комбайнированием необходимо отразить следующие агронормативы: сроки и продолжительность уборки, интервал технологически допустимых рабочих скоростей агрегата, урожайность, соломистость, влажность зерна, засоренность зерна жаткой, потери зерна молотилкой, дробление зерна, засоренность зерна в бункере и др.

Комплектование и подготовка агрегата предусматривает: сбор и обобщение исходных данных об условиях использования агрегата при выполнении заданной сельскохозяйственной операции, набор тракторов и рабочих машин, выбор основной и резервной передач трактора, определение числа машин и фронта сцепки (при необходимости), оценку правильности расчета состава агрегата по нагрузке двигателя.

Подготовка агрегатов к работе включает: подготовку трактора (проверку технического состояния, расстановку ходовых колес на нужную колею, установку механизма навески или прицепной скобы, визирного устройства, следоуказателя и т.п.); подготовку машин (расстановку рабочих органов и их регулировку, установку нормы высева, глубины обработки и т.п.); подготовку сцепки (правильное присоединение удлинителей, установку вылета маркеров, разметку мест присоединения машин и т.п.); составление агрегата (присоединение машин к сцепке или машины к трактору); опробование агрегата на холостом ходу и в работе.

Кинематическая длина агрегата:

$$l_a = l_m + l_{cy} + l_{cx}, \quad (1)$$

где  $l_m$ ,  $l_{cy}$ ,  $l_{cx}$  - кинематическая длина трактора, сцепки, с.-х. машины, м

Длину вылета маркера от продольной оси трактора определяют:

$$M=B_p+(a \pm c) \cdot 0,5, \quad (2)$$

где  $a$  - ширина стыкового междурядья, м;

$c$  – колея передних колес трактора или расстояние между внутренними кромками гусеничных цепей, м.

В графе 2 «Значение показателей нормативных параметров» отражают диапазон тяговых характеристик при  $N_m=N_{m \max}$ , показатели расчета состава МТА.

В графе 3 «Схемы» вычертить схему агрегата (вид сверху, у транспортных агрегатов – вид сбоку), показать продольную базу, колею трактора, кинематическую длину агрегата, вылет маркера, ширину захвата агрегата, схему установки рабочих органов с указанием регулировок машины.

Подготовка рабочего участка и движение агрегата в загоне включает: осмотр поля с целью устранения препятствий, которые могут снизить качество работы агрегата или создать неблагоприятные условия при работе; выбор способа и направления движения агрегатов; подготовку поворотных полос; разбивку поля на загоны, выполнение прокосов на поворотных полосах их углах загонов при уборке и провешивание линий первого прохода агрегата, указание на поле мест заправки или загрузки; противопожарное опаживание загонов.

Направление движения выбирают с учетом направления предыдущей обработки. Конфигурации поля и применяемых машин, а также мер по предупреждению водной эрозии.

Способ движения выбирают с учетом требований агротехники, состояния поля и применяемого агрегата. По организации территории способ движения загонный или беззагонный. Из возможных способов движения выбирают тот, который обеспечивает наибольший коэффициент рабочих

ходов ( $\varphi$ ). В соответствии с выбранным способом движения и составом агрегата определяют следующие показатели:

Радиус поворота агрегата определяется с учетом скорости движения агрегата.

Ширина поворотной полосы  $E_{min}$ . Ширина поворотной полосы  $E$  выбирается таким образом, чтобы она была не менее  $E_{min}$  и кратна рабочей ширине захвата  $B_p$  агрегата, который будет осуществлять обработку поворотных полос.

Рабочая длина гона зависит от длины поля  $L$  и определяется:

$$L_p = L - 2E \quad (3)$$

Количество загонов на поле зависит от размеров поля и загонов по ширине. Оптимальная (по производительности) ширина загона  $C_{opt}$  определяется из условия минимальной суммарной длины холостых ходов (максимального коэффициента рабочих ходов) на участке:

- всвал, вразвал, а также с чередованием всвал и в развал

$$C_{opt} = \sqrt{16r^2 + 2B_pL}, \quad (4)$$

- беспетлевой способ на двух загонах

$$C_{opt} = \sqrt{2(LB_p - r^2)}, \quad (5)$$

- беспетлевой комбинированный способ

$$C_{opt} = \sqrt{3B_pL}, \quad (6)$$

- круговой

$$C_{opt} = L / (5 \dots 8) \quad (7)$$

В графе 2 «Значение показателей нормативных параметров» отражают способ движения, вид поворота и вышеуказанные показатели.

В графе 3 «Схемы» необходимо показать разбивку поля на рабочие участки, загоны с обязательным показом кинематических параметров рабочего участка, которые определены выше.

Работа МТА на загоне (раздел 5, прилож.13) в зависимости от выбранного способа движения характеризует работу агрегата на участке.

Определяем следующие показатели:

Длина выезда агрегата зависит от кинематической длины агрегата и равна:

- для прицепных машин  $e = (0,5-0,75) \cdot l_a$ ,

- для навесных машин  $e = (0-0,1) \cdot l_a$ , (35)

- для машин с передней фронтальной навеской  $e = - l_a$ .

Общая длина рабочих ходов

$$S_p = L_p \cdot n_p = L_p \cdot C_{онм} / B_p, \quad (8)$$

где  $n_p$  - количество рабочих ходов на рабочем участке.

Общая длина холостых ходов:

$$S_x = L_x \cdot n_x = (L_n + 2e)n_x, \quad (38)$$

где  $L_n$  - средняя длина поворота, м (прилож.9);

$n_x$  - количество холостых ходов на рабочем участке;

$$n_x = (C_{онм} / B_p) - 1 \quad (39)$$

Коэффициент рабочих ходов определяется отношением:

$$\varphi = S_p / (S_p + S_x), \quad (40)$$

где  $S_p$  - общая длина рабочих ходов, м;

$S_x$  – общая длина холостых ходов, м.

В графе 2 «Значение показателей нормативных параметров» отражают вышеуказанные показатели и эксплуатационно-технологические показатели работы МТА.

В графе «Схемы» необходимо показать схемы работы МТА на рабочем участке: способ движения, вид поворотов, направление движения, технологические прокосы и обкосы, а также места технологических остановок для загрузки или разгрузки машин.

Контроль и оценка качества работы – их разделяют на текущий и приемочный. Первый проводит тракторист, в процессе выполнения технологической операции, а приемочный контроль – приемщик (бригадир, агроном) по ее окончании.

Контроль и оценку качества проводят по специально разработанной для этих целей методике. Она включает перечень способов и последовательность контроля, порядок проведения, количество необходимых измерений и численную оценку показателей качества.

При описании контроля качества необходимо указать количественные характеристики показателей качества работы в баллах. Дополнительно описать, какими методами и приспособлениями необходимо пользоваться для оценки качества выполнения работ. Схематично показать, где находятся точки контроля на рабочем участке (загоне) и способы замера, описать приборы и приспособления.

Указание по охране труда. Здесь указываются основные правила техники безопасности на подготовку агрегата и на выполняемую операцию и противопожарные мероприятия. Эти правила отражают специфику работы данного агрегата, указывают наиболее опасные места агрегата и операции при его обслуживании или работе, а также перечень противопожарного оборудования и указания по борьбе с пожаром.

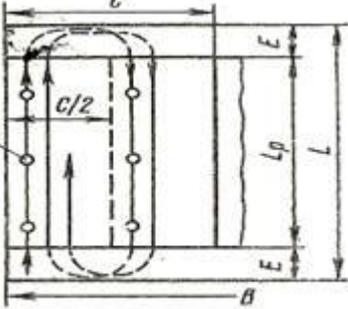
В заключении необходимо отразить рекомендации и предложения по улучшению использования машинно-тракторного агрегата. Дать оценку и указать роль и место разработанной операционной технологии механизированных полевых работ в растениеводстве в хозяйстве (возможность их применения, величина затрат и планируемые выгоды).

### Краткий пример выполнения задания

ОПЕРАЦИОННО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАЦИИ:

СЕВ ПРОПАШНЫХ АГРЕГАТОМ ЮМЗ-6АЛ+СУПН-8

РАЗДЕЛЫ	ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОПЕРАЦИИ И СХЕМЫ	ИСПОЛНИТЕЛИ
АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Высев заданного количества семян на единицу площади поля;</li> <li>-Равномерное размещение семян по площади поля;</li> <li>-Заделка на определенную (одинаковую) глубину.</li> <li>-Огрехи и необработанные полосы не допускаются.</li> </ul>	АГРОНОМ
КОМПЛЕКТОВАНИЕ, КОМПАКТОВКА И ПОДГОТОВКА АГРЕГАТА К РАБОТЕ	<p><u>Подготовка трактора к работе:</u> Перед началом работы проверить состояние всех узлов и механизмов агрегата, регулировку на глубину посева.</p> <p>Перед запуском двигателя все рычаги установить в нейтральное положение.</p> <p><u>Подготовка с.х. машины к работе:</u></p> <p>Под колеса трактора и сеялки кладут подставки, высота 2...4см.</p> <p>Тщательно проверить состояние всех узлов и деталей, крепления, деформированные детали отремонтировать или заменить.</p> <p>Установить необходимые для посева культуры диски. Проверить норму и равномерность высева семян.</p>	МЕХАНИЗАТОР

ПОДГОТОВКА РАБОЧЕГО УЧАСТКА И СХЕМА ДВИЖЕНИЯ АГРЕГАТА	1. Уборка с поля посторонних предметов 2. Выбор способа и направления движения 3. Отбивка поворотных полос 4. Установка вешек 5. Разбивка на загоны 6. Провешивание линии первого прохода							АГРОНОМ, МЕХАНИЗАТОР	
									
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	Марка трактора	Марка с.х. машины	Кол-во Обслуж. персонала	Производительность, га/ч	Глубина обработки, см	Рабочая ширина захвата, м	Расход топлива, кг/га	Рабочая скорость, км/ч	АГРОНОМ
	ЮМЗ-6АЛ	СУПН-8	1	4,3	4...12	5,6	1,86	5...10	
КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА	Контролируем параметры			Ном. значения	Допуск +/-	Способ контроля		АГРОНОМ, БРИГАДИР МЕХАНИЗАТОР	
	1. Отклонение глубины заделки семян, см.			-	+/-1	линейкой подсчитать			
	2. Равномерность высева семян, шт.			-	+/-4	количество семян			
МЕРОПРИЯТИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ	К работе допускаются машины, техническое состояние которых соответствует требованиям заводских инструкций по эксплуатации. Пуск агрегата в работу только по установленному сигналу. Находиться во время работы на агрегате посторонним лицам и стоять вблизи работающего агрегата запрещается. Запрещается производить ремонт, регулировку, смазку, подтяжку гаек во время движения агрегата.								

	Ремонт агрегата производить на стоянке и только с заглушенным двигателем. Запрещается эксплуатация агрегата с любыми неисправностями.	
--	--	--

### **Контрольные вопросы к заданию № 1**

1. Какие разделы включает операционно-технологическая карта?
2. Как определить кинематическую длину агрегата?
3. От чего зависит рабочая длина гона и как определяется?
4. От чего зависит количество загонов на поле?
5. Как определить общую длину рабочих ходов?
6. Как определяют общую длину холостых ходов?
7. Как определяют коэффициент рабочих ходов?

## Задание № 2

### КИНЕМАТИКА ПРОЦЕССА РАБОТЫ МОТОВИЛА

Движение планок мотовила складывается из переносного и относительного движений.

Переносное движение - это движение мотовила вместе с машиной со скоростью  $V$ .

Относительное движение - это вращение планок относительно оси мотовила по окружности со скоростью

$$u = W \cdot R, \quad (1)$$

где  $W$  - угловая скорость вращения мотовила,  $c^{-1}$ ;

$R$  - радиус мотовила,  $M$ .

Если движение планок мотовила рассматривать в прямоугольной системе координат и ось  $y$  расположить по направлению движения машины, а ось  $z$  вертикально (приложение Б), то движение планки мотовила выразится уравнениями:

$$Z = R \cdot \sin \varphi, \quad (2)$$

$$Y = R \left( \frac{V}{u \cdot \varphi} + \cos \varphi \right) \quad (3)$$

где  $\varphi$  - угол поворота мотовила.

Уравнения (2) и (3) являются уравнениями абсолютного движения любой точки планки мотовила. Задаваясь постепенно возрастающими значениями угла  $\varphi$ , можно, пользуясь этими уравнениями, вычислить координаты  $Z$  и  $Y$  отдельных точек абсолютной траектории и построить траекторию абсолютного движения какой-либо точки планки. Более

удобным, с практической точки зрения, следует считать графический метод. Этот метод подробно описан в практической части.

Перемещение машины  $S$  за один оборот мотовила определяется по формуле:

$$S = \frac{v \cdot 60}{n}, \quad (4)$$

Учитывая, что число оборотов мотовила в 2 мин можно записать:

$$n = 30 \cdot \frac{w}{\pi}, \quad S = 2\pi R \cdot \frac{v}{u}.$$

При  $\frac{v}{u} < 1$  траектория абсолютного движения точки планки мотовила представляет собой удлиненную циклоиду и образует петлю. Ширина петли характеризует захватывающую способность планки мотовила и измеряется длиной наибольшей горизонтальной хорды  $2B$  (приложение Б).

Длина горизонтальной хорды  $2B$  на любой высоте нижней части петли может быть рассчитана по формуле:

$$2B = 2R \cdot \left[ \cos \varphi - \left( \frac{v}{u} \cdot \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right) \right) \right] \quad (5)$$

где  $R$  - радиус мотовила, м;

$\varphi$  - угол поворота планки мотовила от горизонтального положения, град, радиан.

Например, для горизонтальной хорды  $K-K_1$  (приложение Б) угол  $\varphi$  между радиусом  $KO_4$  и траекторией движения оси мотовила может быть найден из выражения:

$$\sin \varphi = \frac{R-h}{R} = 1 - \frac{h}{R} \quad (6)$$

Уравнение (6) показывает зависимость угла от глубины  $h$  погружения планок в стебли.

Наибольшую ширину петли  $MN = 2B_{max}$  можно определить по формуле (5), если вместо угла  $\varphi$  подставить угол  $\varphi_M$ , величину которого можно определить (Рисунок 1) из соотношения:

$$\sin \varphi_M = \frac{v}{u}, \quad (7)$$

Планки мотвила могут пригибать стебли к режущему аппарату только в той части петли, которая расположена ниже  $MN$ . Поэтому ось мотвила по высоте должна быть установлена так, чтобы вершины стеблей располагались не выше  $MN$ .

Определяя глубину погружения планок в стебли, следует учитывать, что планки должны подхватывать стебли не ниже их центра тяжести. На основании опытных данных центр тяжести срезанных стеблей находится примерно на расстоянии  $1/3$  их длины от вершины колосьев.

Учитывая эти соображения, глубина  $h$  погружения планок в стебли должна удовлетворять условия:

$$\frac{1}{3}l > h < H_{max}, \quad (8)$$

где  $l$  - длина срезанных стеблей, м;

$H_{max}$  - расстояние от наибольшей хорды  $MN$  до нижней точки петли, м.

Расстояние  $H_{max}$  (приложение Б) от наибольшей горизонтальной хорды  $MN$  до нижней точки петли можно определить по формуле:

$$H_{max} = R \cdot \left(1 - \frac{v}{u}\right), \quad (9)$$

Ширина участка  $v$ , с которого при содействии планки мотовила срезаются стебли, может быть определена графически или вычислена по формуле:

$$v = B + a \cdot \left(1 - \frac{v}{u}\right), \quad (10)$$

где  $B$  - половина ширины хорды петли на уровне вершины срезанных стеблей, м;

$a$  - максимально допустимый вынос мотовила (определяется графическим способом, подробно описанным в практической части).

Степень воздействия мотовила определяется по формуле:

$$\eta = B \cdot \frac{Z}{S}, \quad (11)$$

где  $Z$  - число планок.

Излагая процесс совместной работы режущего аппарата и планки мотовила, мы отвлекаемся от реальной действительности и не учитываем воздействия стеблей друг на друга. Фактически ширина участка  $v_{\phi}$  больше найденного нами значения  $v$ . Объясняется это тем, что стебли, на которые воздействуют планки, передают давление соседним стеблям. На основании опытных данных

$$v_{\phi} = \frac{4}{3} \cdot v, \quad (12)$$

### Содержание задания

.

1. Провести предварительные расчеты по определению:

- а) линейной скорости планки;
  - б) отношения скорости машины к скорости планки;
  - в) перемещения машины за один оборот мотовила.
2. Построить абсолютную траекторию планки мотовила.
  3. Вычислить наибольшую ширину петли и сравнить ее с результатами построения.
  4. Определить глубину погружения планки в стебли.
  5. Найти максимально допустимый вынос мотовила.
  6. Определить ширину участка, с которого стебли срезаются при действии одной планки.
  7. Определить воздействия мотовила.

### Выполнение задания

1. Перемещение машины  $S$  за время одного оборота мотовила определяют по формуле (4), а линейную скорость планки - по формуле (1).

2. Построение траектории абсолютного движения планки мотовила выполняют в следующем порядке:

а) строят окружность радиусом  $R$  (приложение Б) и делят ее на некоторое число  $n$  равных частей (16-24). Полученные точки обозначают номерами 0, 1, 2, 3, 4, и т.д., а центр окружности -  $O'$ .

б) откладывают отрезок, равный перемещению  $S$  машины за один оборот мотовила, делят его на такое же число равных частей и обозначают номерами  $1', 2', 3'$ , и т.д.

в) из точек 1, 2, 3, 4 и т.д. на окружности проводят горизонтальные прямые (линии, параллельные траектории движения оси мотовила), а из точек  $1', 2', 3'$  и т.д. - линии  $1-1'', 2-2''$  и т.д., параллельные соответствующим  $O'-1, O'-2, O'-3$  и т.д. радиуса мотовила.

Точки 1", 2", 3" и т.д. будут точками абсолютной траектории планки мотовила. Соединяя их планкой кривой, получим траекторию абсолютного движения планки. В процессе построения следует учесть, что все прямые 1-1", 2-2", 3-3" и т.д. должны быть равны по длине радиусу мотовила.

3. Замеряют наибольшую ширину петли MN и сравнивают ее с результатами вычисления по формулам (5) и (7).

4. Находят глубину  $h$  погружения планок в стебли, учитывая условие, определяемое выражением (8). Длину срезанной части стебля принимают  $l = 0,75 \cdot R$ .

5. Определяют максимально допустимый вынос мотовила  $a$ . Для этого проводят следующие построения:

а) от нижней точки петли откладывают размер  $h$  и находят точку К, определяющую положение верхушек стеблей;

б) от точки К перпендикулярно линии движения оси мотовила, откладывают длину стебля  $L$  и отмечают точку  $O_2$ . В данной точке стебель считают закрепленным в почве. Длину стебля принимают

$$L = l + 100 \text{ мм},$$

где 100 мм - высота стерни;

в) находят точку  $m$ , которая определяет момент выскользывания стеблей из-под планки. Ввиду значительной сложности определения этой точки (с учетом изгиба стеблей) процесс наклона стеблей планкой упрощают и принимают, что стебли закреплены в почве шарнирно. Описав дугу из точки  $O_2$  радиусом, равным  $L$ , находят положение точки  $m$ ;

г) из точки  $m$  радиусом, равным радиусу  $R$  мотовила, делают засечку на линии движения его оси и определяют точку  $O_3$ . Она показывает положение оси в момент, когда планка находится в точке  $m$ ;

д) следует учесть, что в действительности стебли закреплены в почве жестко и при воздействии на них планок мотовила изгибаются. Поэтому, чтобы устранить возможность выскользывания стеблей, принимают, что в момент, когда планка находится в точке  $m$ , режущий аппарат должен

располагаться по вертикали  $O_2K$  в точке  $n_2$ . Вынос мотовила замеряется по горизонтали между его осью (точка  $O_3$ ) и режущим аппаратом (точка  $n_2$ ). Этот вынос считают максимальным, так как увеличение его может вызвать выскальзывание стеблей из-под планки мотовила.

Вынос может быть: положительным, когда ось мотовила расположена впереди режущего аппарата по ходу машины; отрицательным, если ось находится позади аппарата; равным нулю, когда ось расположена над режущим аппаратом.

6. Ширину участка  $в$  стеблей, срезаемых режущим аппаратом при содействии планки мотовила, рассчитывают по формуле (10) и сравнивают ее с результатом графического построения. Графически участок  $в$  находят следующим образом:

а) на линии движения оси мотовила от центра  $O'$  откладывают отрезок  $O' - C_1$ , равный  $a$  - выносу мотовила с учетом знака. Например, при отрицательном выносе размер  $a$  откладывают от центра  $O'$  в сторону направления движения машины;

б) проектируют точку  $C_1$  на окружность и отмечают точку  $C_2$ . Когда мотовило вращается, а машина стоит, точка  $C_2$  показывает положение планки на траектории относительного движения в момент, когда планка оказывается расположенной на одной вертикали с ножом;

в) проектируют точку  $C_2$  на траекторию абсолютного движения и отмечают точку  $C$ , которая показывает положение планки на траектории абсолютного движения, когда планка и нож оказываются на одной вертикали при движении машины.

Когда вынос положительный, точка  $C$  располагается позади оси симметрии петли.

Ширина участка  $в$  измеряется по горизонтали расстоянием от вертикали  $O_2K$  до точки  $C$ .

Для уяснения движения планки и ножа от момента вхождения планки в стебли до их срезания найдем положение режущего аппарата в момент

погружения планки в стебли. Для этого из точки  $K$  радиусом  $R$  мотвила делаем засечку и определяем центр мотвила  $O_4$  откладываем вынос  $a$  и, спроектировав полученную точку на линию движения ножа, находим искомое положение  $n_1$  режущего аппарата. Движение планки мотвила и режущего аппарата происходит следующим образом: перемещаясь из точки  $K$  в точку  $C$  планка захватывает стебли на участке  $v$ . В течении этого же времени режущий аппарат пройдет путь  $n_1 - n_3$  и окажется на одной вертикали с точкой  $C$ . За период перемещения планки из точки  $C$  в точку  $m$  режущий аппарат пройдет участок  $n_3 - n_2 = v$ . Следовательно, на участке траектории  $c - m$  планка будет поддерживать стебли с участка  $v$ , когда их перерезает режущий аппарат.

Таблица 1 – Исходные данные к заданию "Изучение процесса работы мотовила"

Номер варианта														Скорость машины, м/сек
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3					4							0,85
5	6	7					8							0,90
9	10	11					12							0,95
13	14	15	16				17	18						1,0
19	20	21	22				23	24						1,05
	25	26	27				28	29	30					1,1
	31	32	33	34			35	36	37					1,15
	38	39	40	41			42	43	44	45				1,2
	46	47	48	49	50		51	52	53	54				1,25
		55	56	57	58		59	60	61	62				1,3
		63	64	65	66	67	68	69	70	71	72			1,35
			73	74	75	76		77	78	79	80			1,40
			81	82	83	84		85	86	87	88			1,45
			89	90	91	92		93	94	95	96	97		1,50
			98	99	100	101		102	103	104	105	106		1,55
			107	108	109	110		111	112	113	114	115		1,6
			116	117	118	119		120	121	122	123	124		1,65
			125	126	127	128			129	130	131	132	133	1,70
			134	135	136	137			138	139	140	141	142	1,75
			143	144	145	146			147	148	149	150	151	1,80
				152	153	154			155	156	157	158	159	1,85
				160	161	162			163	164	165	166	167	1,90

Продолжение таблицы 1

				168	169	170	170	172	173	174	175	176	177	1,95
				178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	2,0
					188	189	190	191	192	193	194	195	196	2,05
					197	198	199	200	201	202	203	204	205	2,1
						206	207	208	209	210	211	212	213	2,15
						214	215	216	217	218	219	220	221	2,2
Число оборотов мотвила в 1 мин														
22	25	30	35	40	45	50	22	27	32	37	42	47	52	
Диаметр мотвила, мм														
1132							1400							
Число планок														
5							5							

### Задание № 3

## КИНЕМАТИКА РАБОТЫ СЕГМЕНТА РЕЖУЩЕГО АППАРАТА

Режущие аппараты характеризуются следующими параметрами:  $t$  - шаг режущей части, равный расстоянию между осевыми линиями соседних сегментов;  $t_0$  - шаг противорежущей части, равный расстоянию между осевыми линиями соседних пальцев;  $S$  - ход ножа от одного крайнего положения до другого. По отношению этих параметров в задании рассматривают аппараты двух типов: нормального типа  $S=t=t_0$ ; нормального типа с двойным пробегом ножа  $S = 2t = 2t_0$  .

Движение сегмента в процессе работы является результатом сложения двух движений: переносного и относительного. Переносное движение совершается вместе с пальцевым брусом машины по прямой, совпадающей с направлением движения агрегата. Такое движение принято характеризовать величиной подачи  $h$  , т.е. перемещением машины за один ход ножа. Величина подачи определяется выражением:

$$h = \frac{30 \cdot v}{n} , \quad (1)$$

где  $v$  - скорость перемещения уборочной машины, м/с;

$n$  - число оборотов кривошипа в 1 мин;

$$n = n_o \cdot i,$$

где  $n_o$ - число оборотов карданного вала в 1 мин;

$i$  - передаточное число.

Если рассматривать движение сегмента в прямоугольной системе координат и ось  $y$  расположить в направлении движения машины, а ось  $x$  - вдоль пальцевого бруса, то переносное движение можно представить уравнением:

$$y = \frac{h}{\pi \cdot \alpha}, \quad (2)$$

где  $\alpha$  - угол поворота кривошипа.

Относительное движение, то есть движение сегмента относительно пальцевого бруса, является колебательным и совершается в направлении, перпендикулярном направлению движения машины. Сегменты приводятся в движение кривошипно-шатунным механизмом. Отношение длины кривошипа  $r$  к длине шатуна  $l$  у кривошипно-шатунного механизма привода ножа уборочных машин находится в пределах от 0,1 до 0,04. Поэтому можно принять, что относительное движение сегмента - гармоническое колебательное движение, которое определяется движением проекции пальца кривошипа на линию движения ножа.

Относительное движение сегмента (рисунок 1) приближенно выражают уравнением:

$$x = \frac{S}{2 \cdot (-\cos \alpha)}, \quad (3)$$

Скорость сегмента

$$u = \frac{S}{2 \cdot \omega \cdot \sin \alpha}, \quad (4)$$

а максимальная скорость

$$u_{max} = \frac{S}{2 \cdot \omega}, \quad (5)$$

Задаваясь последовательно увеличивающимися значениями угла, можно по уравнениям (2) и (3) вычислить координаты  $x$  и  $y$  отдельных точек абсолютной траектории и, следовательно, построить такую траекторию для любой точки сегмента.

Более удобным, с практической точки зрения, следует считать графический метод построения абсолютной траектории любой точки сегмента. Этот метод изложен в практической части.

При работе режущего аппарата часть стеблей отгибается пальцами и сегментами и срезается в наклонном положении. В результате стерня оказывается неодинаковой и больше, чем высота среза, на которую установлен режущий аппарат.

Различают поперечный и продольный отгиб. Поперечный отгиб стеблей, находящихся в разных точках площади между пальцами, будет неодинаков. Максимально возможный поперечный отгиб стеблей характеризуется отрезком  $q$ , проведенным через точку 4 перпендикулярно лезвию сегмента (приложение В) до пересечения с осевой линией  $O_1-O_1$  первого пальца:

$$q = \frac{t_0 - \frac{B}{2}}{\cos \alpha}, \quad (6)$$

где  $t_0$  - шаг пальцев, мм;

$B$  - ширина переднего основания пальцевой пластины, мм;

$\alpha$  - угол наклона лезвия сегмента к направлению движения машины.

Высота стерни  $L$  после среза стеблей, получивших наибольший поперечный отгиб, может быть приближенно определена из выражения:

$$L = \sqrt{q^2 + H^2}, \quad (7)$$

где  $H$  - высота среза, мм.

Продольный отгиб стеблей по направлению движения машины характеризуется отрезком  $l_n$  между точками 1 и 5.

Высота стерни  $L_n$  после среза стеблей, получивших наибольший продольный изгиб, может быть приближенно определена из прямоугольного треугольника, катеты которого равны высоте среза и длине отрезка  $l_n$  :

$$L_n = \sqrt{l_n^2 + H^2} .$$

### Содержание задания

Исходные данные по заданному варианту берут из приложения 3.

1. Установить тип режущего аппарата, определить перемещение машины за один ход ножа и максимальную скорость сегмента.
2. Построить траекторию движения любой точки сегмента.
3. Построить диаграмму движения сегмента и определить границы участков, с которых стебли срезаются за один ход ножа.
4. Определить площадь каждого участка и сравнить общую площадь с результатами расчета по формуле.
5. Построить график изменения скорости сегмента в зависимости от его перемещения (за один ход) и определить величину скорости сегмента в начале и в конце резания стеблей.
6. Определить высоту стерни при наибольшем поперечном и продольном отгибе стеблей.

### Выполнение задания

1. Перемещение машины за один ход ножа определить по формуле (1), а максимальную скорость - по формуле (5).
2. Построение траектории любой точки сегмента выполнить графическим методом (Рисунок 1). Сущность метода заключается в следующем
  - а) строят прямоугольник с основанием **S** и **h**.
  - б) на основании, как на диаметре, строят полуокружность радиусом  $\frac{S}{2}$ .
  - в) делят полуокружность и высоту прямоугольника на одинаковое число равных частей (8, 12, 16).

г) через точки  $1, 2, 3 \dots$  на окружности проводят вертикальные линии, а через точки  $1', 2', 3' \dots$  на боковой стороне прямоугольника - горизонтальные. Точки пересечения  $1'', 2'', 3'' \dots$  горизонтальных и вертикальных прямых, проведенных через одноименные точки полуокружности и высоты прямоугольника, являются точками абсолютной траектории любой точки сегмента.

д) соединяя точки  $1'', 2'', 3'' \dots$  плавной кривой, получают абсолютную траекторию любой точки сегмента.

е) по полученной траектории строят шаблон.

3. Порядок построения диаграммы движения сегмента режущего аппарата (на примере аппарата нормального типа) сводится к следующему.

а) вычерчивают сегмент  $A$  (приложение В) в трех положениях:  $A_1$  в крайнем правом положении (это положение принимают за исходное),  $A_{11}$  - через пол-оборота кривошипа, т.е. на расстоянии  $S$  и на расстоянии  $h$  вперед от предыдущего положения,  $A_{111}$  через один оборот кривошипа, иными словами, расстоянии  $2h$  впереди первого положения.

б) проводят оси симметрии двух пальцев  $O_1-O_1$  и  $O_2-O_2$  на расстоянии  $t_0$  друг от друга. Оси симметрии основных пальцев совпадут с осями симметрии вычерченных сегментов ( $t = t_0$ ).

в) параллельно осевым линиям  $O_1-O_1$  и  $O_2-O_2$  проводят траектории движения  $m - m$  передних и  $n - n$  задних точек лезвий пальцевых пластинок.

г) при помощи шаблона наносят траектории движения крайних точек активных лезвий сегментов  $A_1 - A_1$ ,  $A_2 - A_2$  и  $A_3 - A_3$ .

д) находят положение крайних точек активных лезвий сегментов в моменты схода (точки схода) с лезвий и в моменты набегания их (точки набегания) на лезвия пальцевых пластинок. Эти положения определяются точками пересечения траекторий  $A_1 - A_1$  и  $A_2 - A_2$  для передних и  $A_3 - A_3$  для задних точек активных лезвий сегментов с траекториями передних  $m-m$  и задних  $n-n$  точек активных лезвий пальцевых пластинок. Например, точка

$A_1$  сходит с пальцевой пластинки в точке 1, а набегают на пальцевую пластинку в точке 2. Точка  $A_3$  набегают на пальцевую пластинку в точке 5.

е) определяют положение линии набегания (линия перерезания), которая является геометрическим местом точек, в которых лезвия сегмента набегают на лезвие пальцевой пластинки и перерезают стебли. Например, при перемещении сегмента слева направо правое его лезвие начнет срезать стебли на втором пальце в точке 5 и заканчивает перерезание стеблей на этом пальце в точке 4. Перерезание стеблей происходит на линии 5-4.

ж) проводят линии 1-1', 2-2', 3-3', 4-4', 5-5', показывающие направление отгиба стеблей пальцами. Эти линии должны быть направлены к оси симметрии пальцев от точек 1, 2, 3, 4 и 5 ... к лезвиям пальцевых пластинок и отклонены на угол трения от перпендикуляра.

Построение диаграммы движения сегмента аппарата с двойным пробегом ножа (приложение В) имеет некоторые особенности. Для определения точек схода и набегания лезвий сегментов рекомендуется пользоваться таблицей.

Таблица 1 - Точки схода и набегания для аппарата нормального типа с двойным пробегом ножа

Точка лезвия сегмента	Сходит с пальцевой пластины в точках	Набегают на пальцевую пластину в точках
$A_1$	1,3	2,4
$A_2$	5,7	6,8
$A_3$	9,11	10,12
$B_1$	13	14

4. Определить площадь, с которой стебли срезаются за один ход ножа (приложение В).

Выявляют форму и расположение участков, с которых стебли срезаются сегментами за один проход. Например, сегмент при движении справа налево срежет на первом пальце все стебли, расположенные ниже

линии 1' - 1 - 2 - 2', а при движении слева направо стебли будут срезаны ниже линии 3' - 3 - 4 - 4'.

Таким образом, границы участка срезанных на каждом из пальцев стеблей определяются траекториями передних и задних точек активных лезвий сегментов, линиями отгиба стеблей пальцами и осевыми линиями пальцев.

При выходе из прорези первого пальца сегмент А захватывает стебли, отогнутые пальцем с участка 2 - 2' - 3' - 3 - 2, и отгибает их вместе со стеблями с участка 5-К-2-3-4-5 к линии перерезания 5 - 4. На этой же линии будут перерезаны стебли, отогнутые вторым пальцем с участка 5' - 5 - 4 - 4' - 5'. Стебли с этих двух участков будут распределяться вдоль линии перерезания 5 - 4 более или менее равномерно. С участка 1' - 1 - К - 5 - 5' - 1 стебли будут отклонены вторым пальцем влево, а пальцевым брусом или опорными выступами пальцев вперед и в точке 5 будут срезаны пучком.

Площади, срезаемые сегментом А при движении слева направо, на рисунке 2 заштрихованы. Направление линий штриховки со стрелками на концах условно показывает направление отгиба стеблей к линии перерезания. За ход ножа слева направо сегмент срезает стебли на втором пальце с площади

$$F = f_1 + f_2 + f_3 ,$$

где  $f_1$  - площадь, с которой стебли отгибаются к линии перерезания сегментом;

$f_2$  - площадь, с которой стебли отгибаются к линии перерезания пальцем;

$f_3$  - площадь, с которой стебли срезаются пучком в начале линии перерезания - точке 5.

Площадь, с которой стебли срезаются за один ход ножа, определяют по формуле:

$$F = t \cdot h$$

5. Построить график изменения скорости сегмента.

График изменения скорости резания представляет собой эллипс. Если рассматривать его как деформированную окружность, у которой расстояния до одного из диаметров изменены в определенном отношении, например  $m$ , то окружность можно принять за график, отображающий закономерность изменения скорости сегмента. Тогда масштаб скорости

$$m = \frac{u_{max}}{\frac{S}{2}}, \text{ м/с/мм}, \quad (8)$$

Если диаграмма движения сегмента построена в масштабе 1:1, то

$$m = \left( \frac{S}{2} \cdot w \right) \cdot \left( \frac{S}{2} \cdot 100 \right) = 0,001 \cdot w, \text{ м/с/мм} \quad (9)$$

График изменения скорости строят для какой-либо определенной точки сегмента, например для точки  $A_3$ . Его располагают в нижней части диаграммы на прямой, параллельной основанию сегмента. Проектируя на эту прямую точку  $A_3$  в начале и в конце рабочего хода, получают отрезок, равный ходу сегмента  $S$ . На этом отрезке радиусом  $\frac{S}{2}$  строят полуокружность, которая представляет собой график изменения скорости в масштабе, найденном по формуле (9). Положение точки  $A_3$  в начале резания на втором пальце определяется точкой 5. Положение точки  $A_3$  в конце резания найдем, если через точку 4 проведем прямую, параллельную лезвию сегмента, тогда линия 4 -  $A_3$  будет соответствовать положению правого лезвия сегмента в конце резания на втором пальце. Спроектируем на график изменения скорости сегмента точки 5 и  $A_3$ , соответствующие началу и концу резания. На диаграмме получим отрезки  $l_n$  и  $l_k$ , пропорциональные скоростям резания в указанные моменты. Эти скорости равны: в начале резания на втором пальце  $u_n = l_n \cdot m$ ; в конце резания на втором пальце  $u_k = l_k \cdot m$ .

Таким же образом определяют скорости сегмента в начале и в конце резания на каждом пальце у аппарата нормального типа с двойным пробегом ножа.

б. Определить максимально возможный поперечный и продольный отгиб по диаграмме движения, а высоту стерни, соответствующую данным отгибам, рассчитать по формулам (7) и (8).

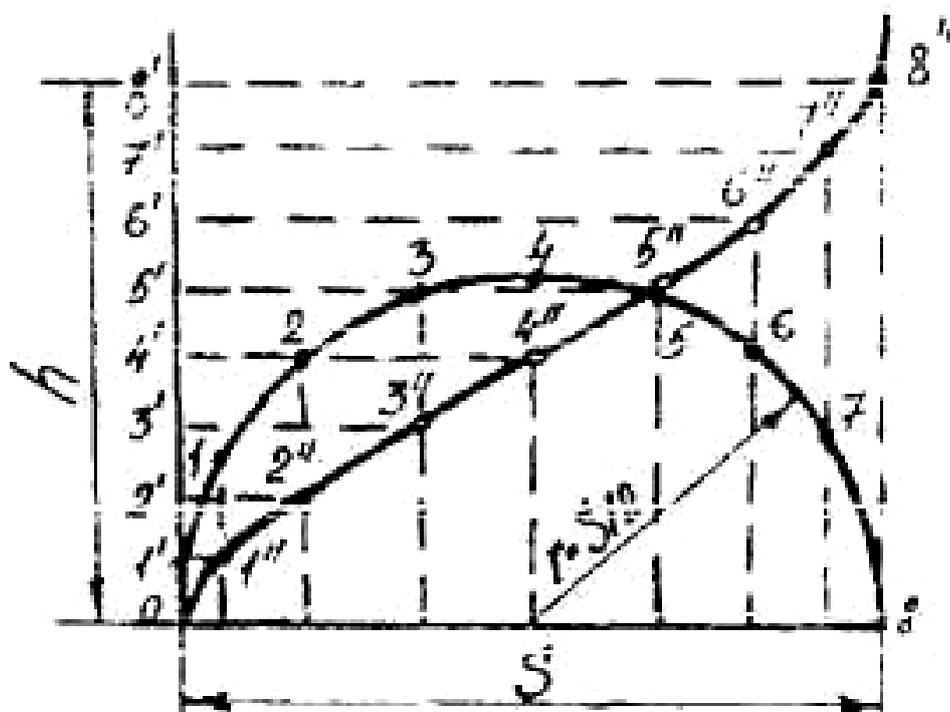


Рисунок 1 - Построение абсолютной траектории движения любой точки сегмента

Таблица 2 – Исходные данные к заданию "Изучение процесса работы сегмента режущего аппарата"

Наименование параметров	Номер варианта								Скорость движения машины, м/сек
1	2								3
	1	2	3	4	5	6	7	8	0,7
	9	10	11	12	13	14	15	16	0,75
	17	18	19	20	21	22	23	24	0,80
	25	25	27	28	29	30	31	32	0,85
	33	34	35	36	37	38	39	40	0,90
	41	42	43	44	45	46	47	48	0,95
	49	50	51	52	53	54	55	56	1,00
	57	58	59	60	61	62	63	64	1,05
	65	66	67	68	69	70	71	72	1,10
	73	74	75	76	77	78	79	80	1,15
	81	82	83	84	85	86	87	88	1,20
	89	90	91	92	93	94	95	96	1,25
	97	98	99	100	101	102	103	104	1,30
	105	106	107	108	109	110	111	112	1,35
	113	114	115	116	117	118	119	120	1,40
	121	122	123	124	125	126	127	128	1,45
	129	130	131	132	133	134	135	136	1,50
	137	138	139	140	141	142	143	144	1,55
	145	146	147	148	149	150	151	152	1,60
	153	154	155	156	157	158	159	160	1,65
	161	162	163	164	165	166	167	168	1,70
	-	169	170	171	172	173	174	175	1,75

Продолжение таблицы 2

1	2								3
	-	176	177	178	179	180	181	182	1,80
	-	183	184	185	186	187	188	189	1,85
	-	190	191	192	193	194	195	196	1,90
	-	-	197	-	-	198	199	200	1,95
	-	-	201	-	-	203	204	205	2,00
	-	-	206	-	-	207	208	209	2,05
	-	-	210	-	-	211	212	213	2,10
Число оборотов карданного вала в 1 мин	545	545	520	520	544	545	520	545	
Передаточное число от карданного вала к валу привошипа	0,54	0,73	1,45	0,7	0,77	1,0	0,68	0,86	
Шаг сегмента, мм	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	90	
Шаг пальца, мм	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	90	
Отношение хода ножа к шагу сегментов	1	1	1	1	1	2	2	1	
Ширина переднего основания сегмента, мм	12	12	15	15	15	15	12	12	
Ширина сегментов на линии опорных выступов, мм	73	73	60	60	60	60	73	84	
Рабочая высота сегментов (от линии опорных выступов), мм	54	54	40	40	40	40	54	55	
Ширина пальцевой пластинки на линии опорных выступов, мм	24	24	32	32	32	32	24	37	
Ширина пальцевой пластинки на линии переднего основания сегмента, мм	22	22	23	22	23	23	22	21	
Высота среза, см	15	20	5	10	15	20	25	10	

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Любимов А.И. Практикум по сельскохозяйственным машинам/ А.И.Любимов, З.И.Войций, В.В.Бледных и др. – М.: Колос, 1999. – 191с.: ил.
2. Сельскохозяйственная техника и технологии/ И.А. Спицын, А.Н.Орлов, В.В.Ляшенко и др. – КолосС, 2006. – 647с.: ил.
3. Сельскохозяйственные машины. Практикум/ М.Д.Адиньянов, В.Е.Бердышев, И.В.Бумбар и др. – М.: Колос, 2000. – 240с.: ил.

### Дополнительная

1. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины/ Н.И.Кленин, В.А.Сакун. – М.: Колос, 1994. – 751с.

## Содержание

Задание 1. Расчет операционно-технологической карты.....	2
Задание 2. Кинематика процесса работы мотвила.....	13
Задание 3. Кинематика работы сегмента режущего аппарата.....	23

Шишлов Александр Николаевич

Современные технологии и технические средства возделывания, уборки и переработки сельскохозяйственных культур: методические указания по выполнению практических занятий и самостоятельной работы для обучающихся по направлению подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве направленности «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»

*ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ*

ФГБОУ ВО Приморская ГСХА

Адрес: 692510, г. Уссурийск, пр-т Блюхера, 44