

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГОУ ВПО Брянская ГСХА

Инженерно-технологический факультет

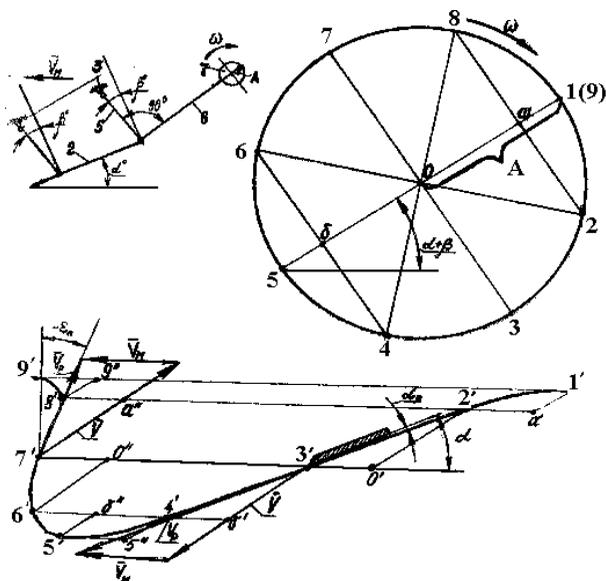
Кафедра сельскохозяйственных, мелиоративных и строительных машин

Кузнецов В.В.

## РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

### Графоаналитический анализ кинематики активного лемеха

Методическое указание для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальностям 110301 – “Механизация сельского хозяйства”  
и 110304 – “Технология обслуживания и ремонт машин в АПК”



Брянск 2010

УДК 631.3(076.5)

ББК 40.72

К-89

Кузнецов В.В. Графоаналитический анализ кинематики активного лемеха. Рабочая тетрадь: методическое указание / В.В. Кузнецов. - Брянск.: Изд-во БГСХА, 2010. – 12 с.

Методическое указание в форме рабочей тетради охватывает весь комплекс изучаемых теоретических вопросов к практическому занятию “Графоаналитический анализ кинематики активного лемеха” по дисциплине “Теория и расчёт сельскохозяйственных машин” для студентов, обучающихся по специальности 110301 – “Механизация сельского хозяйства” и по дисциплине “Машины и оборудование в растениеводстве” для студентов, специальности 110304 – “Технология обслуживания и ремонт машин в АПК.” Содержащийся в методическом указании материал позволяет студенту решить поставленные задачи без использования дополнительной литературы.

Рецензент: к.т.н., доцент В.М. Кузюр

Рекомендовано методической комиссией инженерно-технологического факультета от 16.06.2010 года протокол № 28.

© Брянская ГСХА, 2010

© Кузнецов В.В., 2010

## Работа 7

### **Графоаналитический анализ кинематики активного лемеха**

**Цель работы.** Закрепить теоретические знания по кинематике активного лемеха. Изучить графический способ построения траектории движения активного лемеха. Оценить влияние конструктивных и режимных параметров на эффективность работы.

#### **Теоретическая часть**

Активные лемехи применяются во многих машинах для уборки овощей и корнеплодов. Их положительными свойствами являются:

- возможность транспортирования тонких пластов почвы при большой длине лемеха;
- минимальное тяговое сопротивление;
- интенсивное крошение пласта.

К отрицательным свойствам следует отнести:

- наличие неуравновешенных нагрузок ударного характера, вызывающих вибрацию остова машины;
- большая по сравнению с пассивными лемехами сложность конструкции.

Принципиальная схема активного лемеха представлена на рис. 1а.

Активный лемех 1 является обычно продолжением решета грохота 2, которое подвешено к остову 3 машины посредством шарнирно закрепленных подвесок 4 и 5 длиной  $l_n$ . По отношению к поверхности почвы лемех 1

наклонен на угол  $\alpha$ , подвески 4 и 5 отклонены вперед от перпендикуляра к поверхности решета грохота 2 на угол  $\beta$ . Шатун 6 соединяет колеблющуюся систему "лемех-грохот подвески" с кривошипом 7. Обычно принимают что шатун 6 перпендикулярен к подвеске 5.

Машина движется вперед со скоростью  $V_m$ , а кривошип 7 вращается с угловой скоростью  $\omega$  и амплитудой  $A$ , вызывая колебания системы "лемех-грохот-подвески". При этом каждая точка лемеха 1, в том числе и его режущая кромка, совершают сложное движение, складывающееся из относительного перемещения под действием шатуна 6 и переносного движения под действием поступательной скорости машины  $V_m$ .

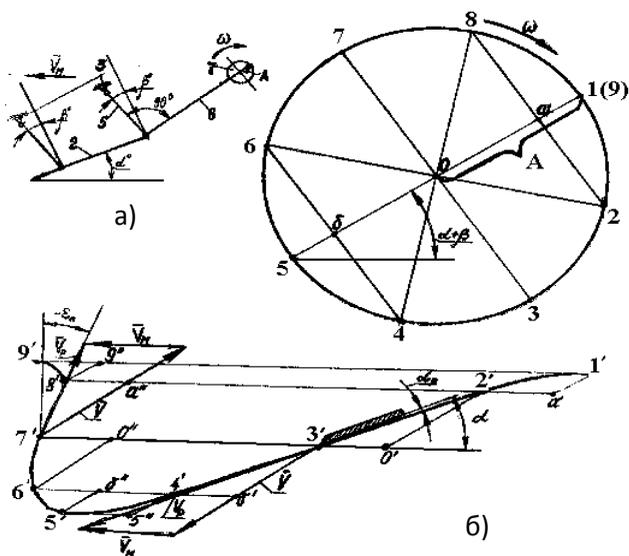


Рисунок 1 – Схема к построению траектории движения активного лемеха

Форма траектории движения лемеха в абсолютном движении зависит от соотношения между величинами его основных конструктивных и кинематических параметров ( $\omega, A, V_m, \alpha$  и  $\beta$ ). От этих же параметров зависит и характер взаимодействия лемеха с почвой, тяговое сопротивление, энергоёмкость, интенсивность крошения и скорость транспортирования почвы.

## **Практическая часть**

**Содержание работы.** По данным варианта построить траектории движения активного лемеха при различных конструктивных и режимных параметрах. Построить планы скоростей активного лемеха. Оценить влияние различных конструктивных и режимных параметров на характер взаимодействия лемеха с почвой.

**Исходные данные.** Для выполнения работы необходимы следующие исходные данные:  $\omega$  - угловая скорость кривошипа;  $A$  - длина кривошипа;  $V_m$  - скорость движения агрегата;  $\beta$  - угол, характеризующий подвеску лемеха;  $\alpha$  - угол установки лемеха к дну борозды. Значения исходных данных по вариантам приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данные по вариантам

№ п/п	$\omega$ , $c^{-1}$	A, м	Vm, м/с	$\alpha^\circ$	$\beta^\circ$
1	2	3	4	5	6
1	40	0,067	1,30	20	10
2	41	0,066	1,35	20	10
3	42	0,065	1,40	20	10
4	43	0,064	1,45	20	10
5	44	0,064	1,50	20	10
6	45	0,065	1,55	20	10
7	46	0,068	1,60	20	10
8	47	0,065	1,55	20	10
9	48	0,060	1,57	20	10
10	49	0,061	1,59	20	10
11	50	0,058	1,48	20	10
12	51	0,052	1,45	20	10
13	52	0,053	1,50	20	10
14	53	0,053	1,52	20	10
15	54	0,052	1,50	20	10
16	55	0,048	1,45	20	10
17	56	0,048	1,35	20	10
18	57	0,046	1,40	20	10
19	58	0,047	1,30	20	10
20	59	0,047	1,35	20	10
21	60	0,043	1,50	20	10

## Выполнение практической части

Построения выполняются по данным таблицы 1 на листе координатной бумаги формата А4. При построении применяются следующие упрощения в кинематике движения лемеха, которые не оказывают существенного влияния на результат, но заметно упрощают расчет и построение:

-нижний шарнир подвески колеблется в относительном движении не по дуге окружности, а по хорде, перпендикулярной к подвеске;

-шатун сохраняет перпендикулярность к начальному (нейтральному) положению подвески независимо от рассматриваемого момента времени.

В связи с принятыми упрощениями направление относительного перемещения будет всегда параллельно шатуну и по отношению к поверхности почвы отклонено на угол  $\alpha + \beta$ . Переносное движение в любой момент направлено параллельно поверхности почвы и имеет постоянную скорость.

Для определения текущей величины относительного перемещения лемеха в правом верхнем углу формата (рис 1б) радиусом  $A$  в масштабе 1:1 выполнить окружность. Через центр окружности точку  $O$  под углом  $\alpha + \beta$  провести линию 1...5 (условная линия движения нижней головки шатуна и нижних шарниров подвесок в относительном движении). Затем от точки 1 разбить окружность на 8 равных частей (точки 1...9). Соединить между собой точки 2...8 и 4...6. Полученные отрезки (1а, а0, 0б, б5) дают величину относительного перемещения лемеха. Так, отрезок 1а соответствует относительному перемещению лемеха при повороте кривошипа от точки 1 до точки 2, отрезок а0 - от точки 2 до точки 3 и т.д. За те же периоды времени машина перемещается вперед на постоянную величину.

$$S_n = \frac{2\pi \times Vm}{n \times \omega} \quad (1)$$

где  $n$  – число частей, на которое разбита окружность.

Траекторию движения строят в следующей последовательности. В правой стороне формата ниже окружности выбирают начальную точку  $1'$  (рис.1б.). Указанная точка должна быть приблизительно на одной вертикальной линии с точкой 2 окружности ниже нижней точки окружности на 15-20 мм. Из точки  $1'$  под углом  $\alpha + \beta$  к горизонтали откладывают вниз отрезок  $1'a' = 1a$ , который дает нам относительное перемещение точки лемеха при повороте кривошипа на  $1/8$  окружности (от точки 1 до точки 2). Из точки  $a'$  откладывают горизонтально влево отрезок  $S_n$ , вычислив его величину по формуле (1). Полученная точка  $2'$  указывает положение лемеха в абсолютном движении при повороте кривошипа от точки 1 до точки 2.

Из точки  $2'$  под углом  $\alpha + \beta$  к горизонтали откладывают величину отрезка  $a'0' = a0$ . Из точки  $0'$  также горизонтально влево откладывают величину отрезка  $S_n$ . Получают точку  $3'$ , дающую положение лемеха при перемещении кривошипа в точку 3. Таким же образом находим положение точек  $4'$  и  $5'$ , откладывая под углом  $\alpha + \beta$  (соответственно) отрезки  $0b$  и  $5b$ . При этом величина и направление отрезка  $S_n$  остаются неизменными.

При перемещении кривошипа от точки 5 к точке 6 и далее относительное движение лемеха будет все так же параллельно линии 1-5, но направлено вверх (то есть лемех выглубляется). Для построения точки  $6'$  из точки  $5'$  под углом  $\alpha + \beta$  к горизонтали откладывают вверх величину от-

резка  $5'b'' = 5b$ , а из точки  $b'$  горизонтально влево величину отрезка  $Sn$ . Таким образом, получаем точку  $b'$ .

Для увеличения точности построения рекомендуется воспользоваться следующим приемом. Из точек  $1' \dots 4'$  проводят горизонтальные линии, а из точек  $5'$ ,  $6'$  и т.д. проводят под углом  $\alpha + \beta$  вверх линии до пересечения с соответствующими горизонтальными линиями. Так, для получения положения точки  $b''$  достаточно провести под углом  $\alpha + \beta$  линию до пересечения с горизонтальной линией, выходящей из точки  $4'$ . Для получения положения точки  $0''$  необходимо провести под углом  $\alpha + \beta$  из точки  $b''$  линию до пересечения с горизонтальной линией, выходящей из точки  $3'$  и т.д. Отрезки  $Sn$  откладываются из точек  $b''$ ,  $0''$ ,  $a''$  и  $9''$  горизонтально влево. Таким образом, получаем точки  $b' \dots 9'$ . Соединив полученные точки  $1' \dots 9'$  плавной линией, получим траекторию движения лемеха.

После построения траектории движения лемеха, в точке  $3$  строят под углом  $\alpha$  положение лемеха при его заглаблении. Носок лемеха размещают в точке  $3'$ . Размеры лемеха произвольные. Рекомендуется длину принять равной 30 мм, толщину-4 мм, угол заострения режущей кромки- $35^0$ .

Из точки  $3'$  проводят касательную к траектории движения и строят фактический угол резания ( $\alpha_p$ ) в момент заглабления. (угол  $\alpha_p$  - угол между касательной в точке  $3'$  к траектории движения и нижней поверхностью лемеха). В точке  $3'$  и  $7'$  строят планы скоростей в масштабе 1:50. При этом линейную скорость кривошипа (скорость относительного движения лемеха) вычисляют по формуле

$$V_{(3,7)} = \omega A \quad (2)$$

Следует иметь в виду, что при построении планов скоростей для других точек формула (2) примет следующий вид

$$V_J = \omega A \sin \varphi \quad (3)$$

Необходимо проанализировать три варианта параметров (номинальный и при изменении  $V_M$ ) по приведенным выше критериям. Сравнить теоретический результат с построениями. Сделать выводы об оптимальности или неоптимальности режимов работы лемеха. Все расчеты и анализ оформить в виде записки с приложением построений.

**Содержание отчёта.** Записать название работы, вариант, исходные данные, цель работы. Выполнить требуемые расчёты и построения. Сделать выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. В каких сельскохозяйственных машинах применяют активный лемех?
2. Назовите преимущества активного лемеха по сравнению с пассивным.
3. Назовите недостатки активного лемеха по сравнению с пассивным.
4. Почему тяговое сопротивление машины с активным лемехом меньше чем с пассивным?
5. Нарисуйте принципиальную схему активного лемеха.
6. Что называется углом резания активного лемеха?

7. В каких оптимальных пределах должен быть угол резания активного лемеха?

7. К каким последствиям приводит увеличение угла резания свыше оптимального?

8. К каким последствиям приводит уменьшение угла резания до нуля градусов и ниже?

9. Приведите формулу, по которой вычисляют линейную скорость кривошипа.

10. Какими способами можно достичь изменения угла резания при работе агрегата?

Вариант \_\_\_\_\_

Работу выполнил:  
студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Работу принял:

Дата \_\_\_\_\_

Учебное издание

Кузнецов Владимир Васильевич

Рабочая тетрадь

**Графоаналитический анализ кинематики активного лемеха**

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 17.08.2010 г. Формат 60x84 1/24 Бумага печатная.

Усл. п.л. 0,70.

Тираж 100.

Издат. № 1726.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии  
243365 Брянская обл., Выгоничский р-он, с. Кокино, Брянская ГСХА