

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Инженерно-технологический институт

Кафедра технических систем в агробизнесе,
природообустройстве и дорожном строительстве

Кузнецов В.В.

**Графоаналитический анализ
кинематики активного лемеха**

Методическое пособие и рабочая тетрадь
к практическому занятию
по дисциплине «Сельскохозяйственные машины»
для студентов ВУЗов очного и заочного обучения
по направлению бакалавриат 35.03.06 «Агроинженерия»,
профиль образовательной программы «Технические системы
в агробизнесе»



Брянск 2018

УДК 631.312.021.3 (076)

ББК 40.72

К 89

Кузнецов, В. В. Графоаналитический анализ кинематики активного лемеха: методическое пособие и рабочая тетрадь / В. В. Кузнецов. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 12 с.

Методическое пособие в форме рабочей тетради к практическому занятию «Графоаналитический анализ кинематики активного лемеха» по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» для студентов ВУЗов очного и заочного обучения по направлению бакалавриат 35.03.06 «Агроинженерия», профиль образовательной программы «Технические системы в агробизнесе» помогает студенту получить практические навыки по компетенциям ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-8 рабочего плана дисциплины.

Рецензент: к.т.н., доцент С. И. Будко

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института от 21.02.2018 года, протокол №7.

© Кузнецов В.В., 2018

© Брянская ГАУ, 2018

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.

Проанализировать исходные данные, приобрести практические навыки анализа кинематики активного лемеха и графического способа построения траектории его движения. Исследовать влияние конструктивных и режимных параметров на эффективность и качество его технологического процесса. Освоить методы подготовки к профессиональной эксплуатации.

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 α , подвески 4 и 5 отклонены вперед от перпендикуляра к поверхности решета

гροхота 2 на угол β . Шатун 6 соединяет колеблющуюся систему "лемех-гροхот 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 ω и амплитудой A , вызывая колебания системы "лемех-гροхот-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 .

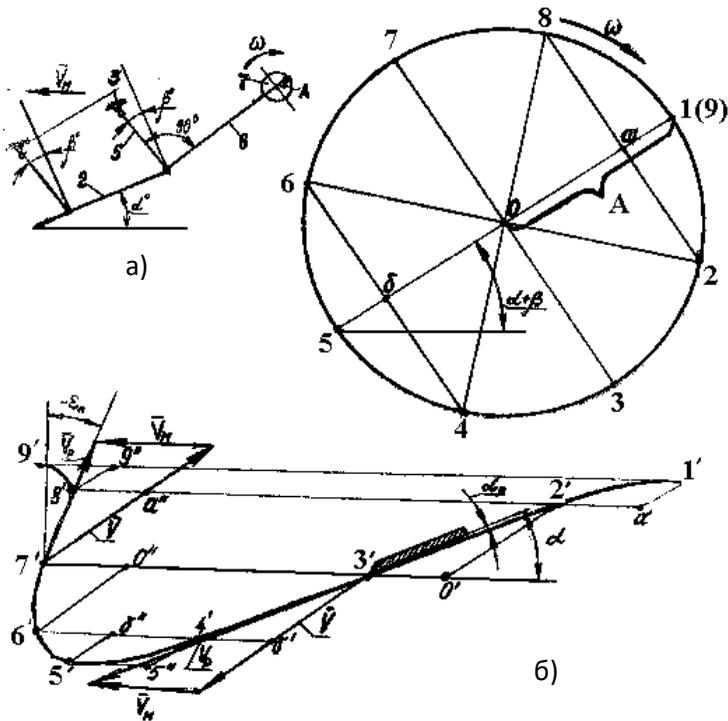


Рисунок 1 – Схема к построению траектории движения активного лемеха

Форма траектории движения лемеха в абсолютном движении зависит от соотношения между величинами его основных

конструктивных и кинематических параметров (ω , A , V_m , α и β). 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. Решить задачи.

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

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.

Таблица 1 - Исходные данные по вариантам

№ п/п	ω , с ⁻¹	A, м	Vm, м/с	α°	β°
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

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 1, б) ради-

усом 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 (1-а, а-0, 0-б, б-5) дают величину относительного перемещения лемеха. Так, отрезок 1-а соответствует относительному перемещению лемеха при повороте кривошипа от точки 1 до точки 2, отрезок а-0 - 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. 1, б.). 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 $1'-a' = 1-a$, 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 $a'-0' = a-0$. 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 0-б и 5-б. При этом величина и направление отрезка S-н 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 б' из точки 5' под углом $\alpha + \beta$ к горизонтали откладывают вверх величину отрезка $5'-б'' = 5-б$, а из точки б' горизонтально влево величину отрезка Sn. Таким образом, получаем точку б'.

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

После построения траектории движения лемеха, в точке 3 строят под углом α положение лемеха при его заглублении. Носок лемеха размещают в точке 3'. Размеры лемеха произвольные. Рекомендуется длину принять равной 30 мм, толщину-4 мм, угол заострения режущей кромки-35°.

Из точки 3' проводят касательную к траектории движения и строят фактический угол резания (α_p) в момент заглубления. (угол α_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

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

$$V_{(1,2)} =$$

$$V_{(2,3)} =$$

$$V_{(3,4)} =$$

$$V_{(4,5)} =$$

$$V_{(5,6)} =$$

$$V_{(6,7)} =$$

$$V_{(7,8)} =$$

Необходимо проанализировать три варианта параметров (заданный и при изменении V_m) по приведенным выше критериям. Сравнить теоретический результат с построениями. Сделать выводы об оптимальности или неоптимальности режимов работы лемеха.

Содержание отчёта. Записать название работы, вариант, исходные данные, цель работы. Выполнить требуемые расчёты и построения. Все расчеты и анализ оформить в виде записки с приложением построений на листе координатной бумаги. 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?

Список литературы

1. Кленин Н.И., Киселев С.Н. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. М.: КолосС, 2008.
2. Гаврилов К.Л. Тракторы и сельскохозяйственные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт: учеб. пособие. Пермь: Звезда, 2010.
3. Халанский В.М., Горбачёв И.В. Сельскохозяйственные машины: учеб. для вузов. СПб.: ООО Квадро, 2014.
4. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов. СПб.: Проспект Науки, 2011.
5. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник задач и тестов: учебное пособие. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. 100 с.
6. Кузнецов В.В. Сельскохозяйственные машины. Сборник лекций по дисциплине: методическое пособие. Ч. 1. Брянск: Изд.-во Брянский ГАУ, 2018. 145 с.

Вариант _____

Работу выполнил:
студент группы _____

Работу принял: _____

Дата _____

Учебное издание

Владимир Васильевич Кузнецов

**Графоаналитический анализ
кинематики активного лемеха**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
И РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 26.03.2018 г. Формат 60x84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 0,70. Тираж 25 экз. Изд. № 5621.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ