Построение передаточных функций кривошипно-ползунного механизма методом планов скоростей

И.И. Сорокина
к.т.н., доцент

Передаточные функции - кинематические характеристики механизма, которые не зависят от закона движения начальных звеньев. Определяются только строением механизма, размерами его звеньев и в общем случае зависят от обобщенных координат. Это функции положения, аналоги скоростей, или передаточные функции, и аналоги ускорений точек и звеньев механизма.

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана
Кафедра МК6, секция «Прикладная механика»

Определение ПФ методом планов скоростей

Передаточные функции можно определить графоаналитическим или аналитическим способом.

При использовании графоаналитического способа, передаточные функции находятся из построения планов скоростей.

При построении плана скоростей механизма в вынужденном масштабе необходимость построения 12 планов скоростей отпадает, а для определения ПФ можно воспользоваться уже построенной схемой механизма

Для этого назначим длину отрезка скорости т. А кривошипа на плане скоростей равной в мм отрезку ОА на схеме механизма.

$$pa = OA$$

Построение плана скоростей в вынужденном масштабе для рабочего положения механизма

1. Кривошип совершает вращательное движение с некой угловой скоростью, которая колеблется вокруг своего среднего значения с небольшим отклонением (т.к. коэффициент неравномерности вращения достаточно мал). Найдем скорость т. А:

$$V_{Ap} = \omega_{1cp} \cdot l_{OA} \qquad V_{qA} = \frac{V_A}{\omega_{1cp}} = \frac{\omega_{1cp} \cdot l_{OA}}{\omega_{1cp}} = \frac{pa}{\mu_l} = \frac{pa}{\mu_{Vq}} \qquad \mu_{Vq} = \mu_l, \frac{мм}{м}$$

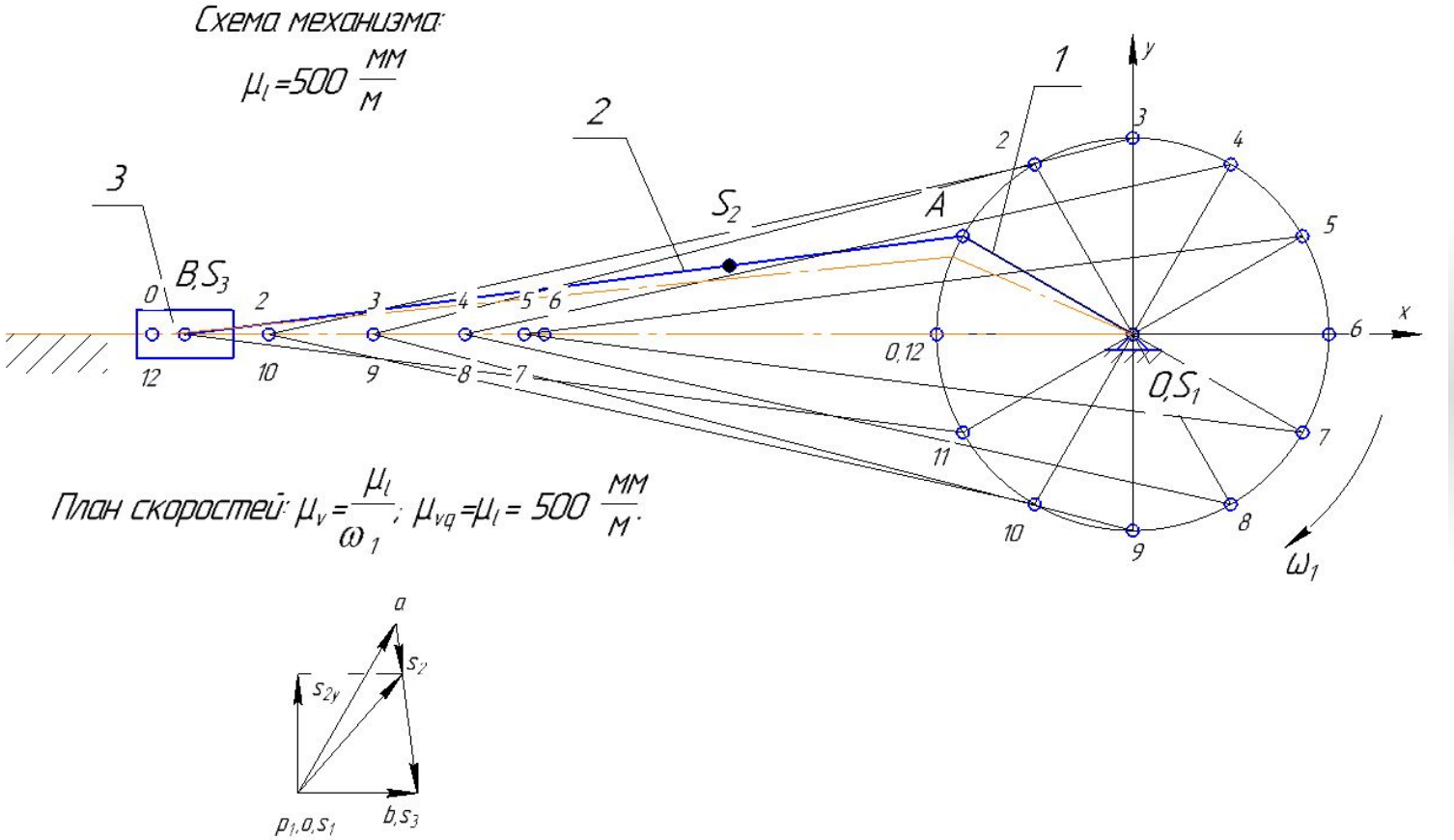
2. Шатун совершает плоское движение

$$\bar{V}_B = \bar{V}_A + \bar{V}_{BA}$$
$$\bar{p}b = \bar{p}a + \bar{a}b$$

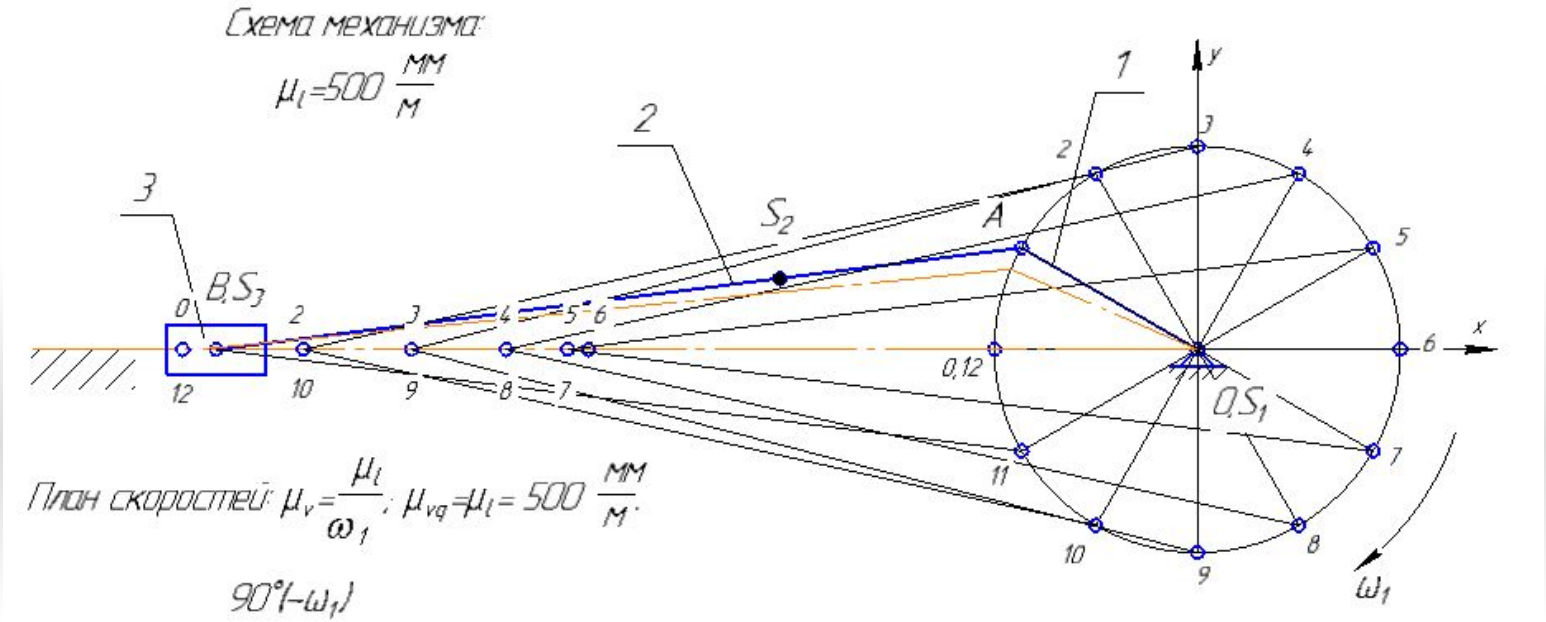
3. Скорость центра масс 2 звена определяем методом подобия

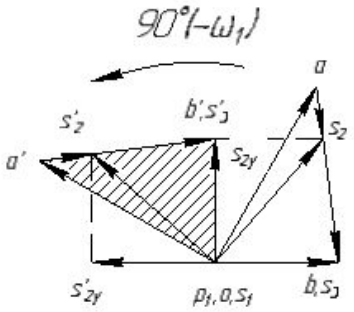
$$\frac{s_2 a}{ba} = \frac{V_{S2A}}{V_{BA}} = \lambda_{S2}$$

Построение плана скоростей в вынужденном масштабе для рабочего положения механизма



Построение плана скоростей в вынужденном масштабе для рабочего положения механизма

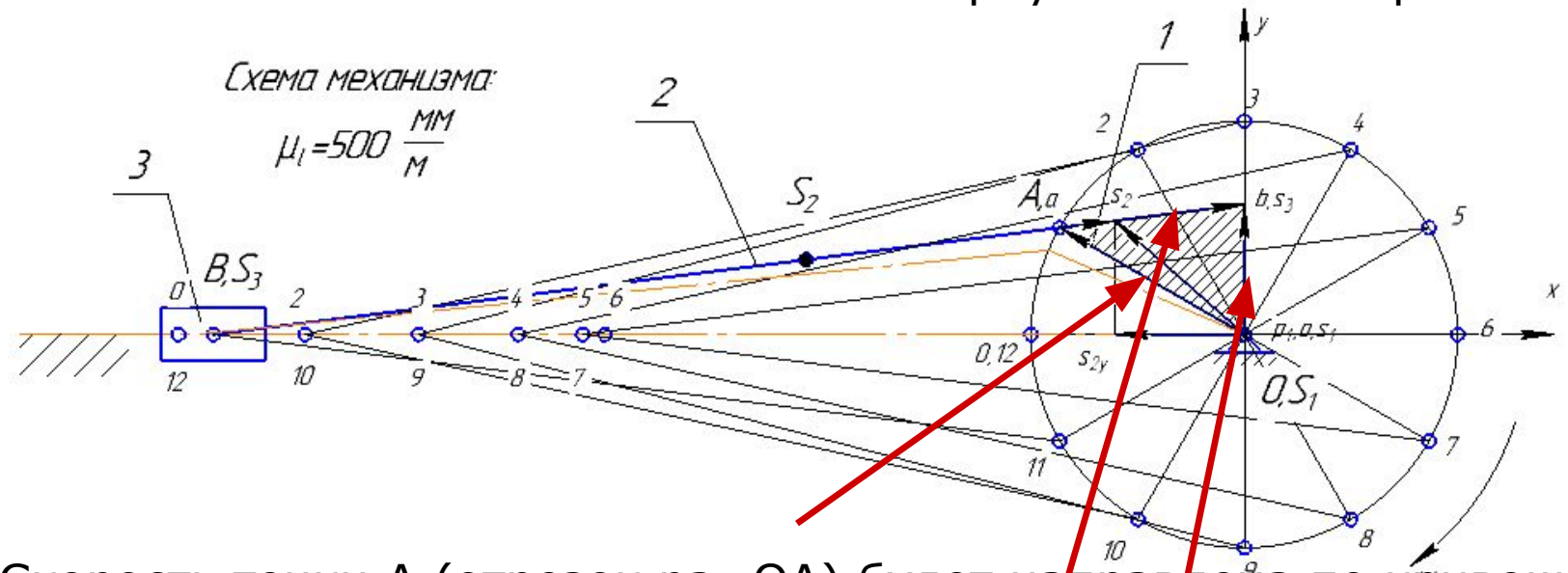




При повороте плана скоростей на 90 градусов в сторону противоположную направлению угловой скорости кривошипа ПФ скорости определяется непосредственно с плана механизма

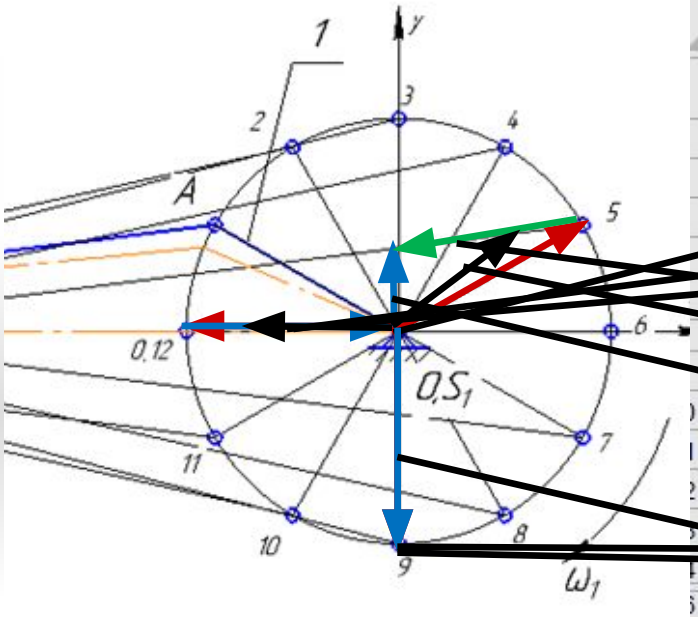
Построение плана скоростей в вынужденном масштабе

На повернутом плане скоростей



1. Скорость точки А (отрезок ра=ОА) будет направлена по кривошипу от т.О к т.А
2. Скорость В вокруг А (отрезок ab) будет направлена по шатуну АВ.
3. Скорость точки В ползуна (отрезок pb) будет направлена перпендикулярно оси движения ползуна

Построение плана скоростей в вынужденном масштабе



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Таблица: значения передаточных функций								
		pb	Vqb	ps2	Vqs2	ps2y	Vqs2y	ab	U21
		мм	м	мм	м	мм	м	мм	ед
0		0,00						OA	
1									
2									
3		OA		OA				0,00	
4									
5									
6		0,00						OA	
7									
8									
9		-OA		-OA				0,00	
10									
11									
12		0,00						OA	

В РПЗ рассчитать ПФ только для рабочего положения

$$\mu_{Vq} = \mu_l = 500 \frac{мм}{м}.$$

Так как передаточные функции являются функциями положения механизма, рассчитаем их для всех 12 положений.

Передаточные функции определятся соотношением соответствующих отрезков с плана скоростей и механизма [4]. Определим их для рабочего положения механизма $\varphi = 30°$:

$$V_{qB} = \frac{V_B}{\omega_1} = \frac{V_B}{V_A} \cdot l_{OA} = \frac{pb}{pa} \cdot l_{OA} = \frac{pb}{\mu_l} = \frac{19,7}{500} = 0,04 м$$

$$V_{qS2} = \frac{V_{S2}}{\omega_1} = \frac{V_{S2}}{V_A} \cdot l_{OA} = \frac{ps_2}{pa} \cdot l_{OA} = \frac{ps_2}{\mu_l} = \frac{26,23}{500} = 0,052 м$$

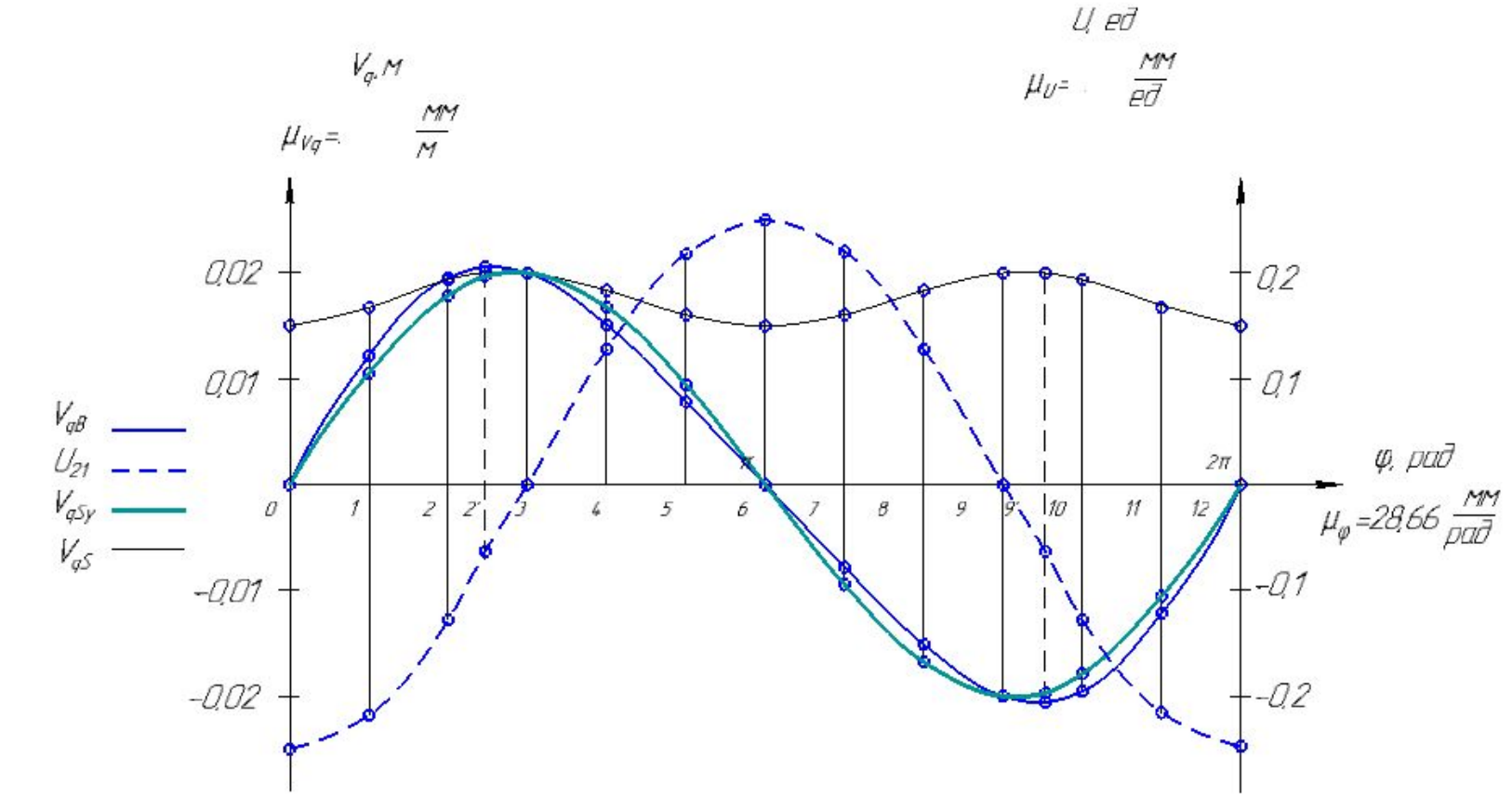
$$V_{qS2y} = \frac{V_{S2y}}{\omega_1} = \frac{V_{S2y}}{V_A} \cdot l_{OA} = \frac{ps_{2y}}{pa} \cdot l_{OA} = \frac{ps_{2y}}{\mu_l} = \frac{19,5}{500} = 0,035 м$$

$$U_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{V_{BA}}{V_A} \cdot \frac{l_{OA}}{l_{AB}} = \frac{ab}{AB} = \frac{28,37}{130} = -0,218, ед.$$

Результаты сведены в Таблицу 8 и вынесены в виде графиков на Лист.

При этом $\mu_{Vq} = \mu_l = 500 \frac{мм}{м}$, а $\mu_U = 100 \frac{мм}{ед}$

Графики ПФ на листе



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана
Кафедра М6-КФ, секция «Прикладная механика»