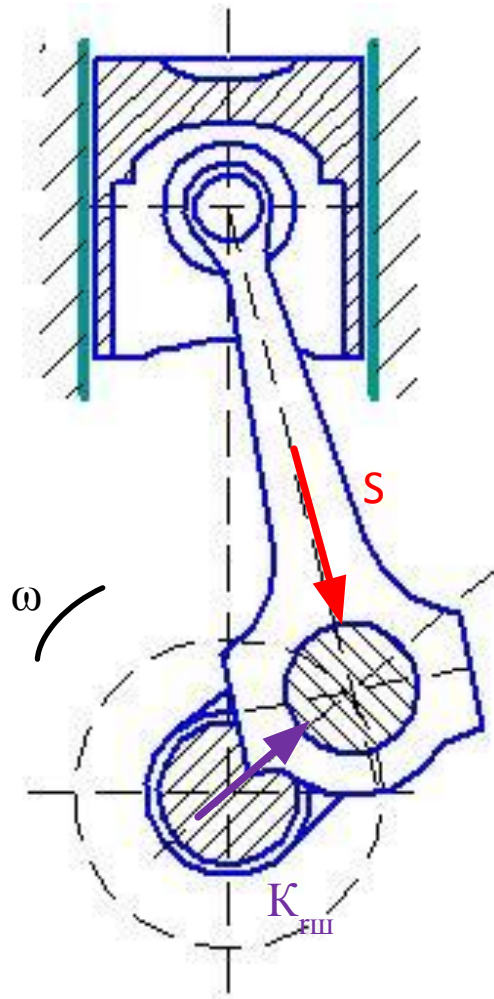


ТЕМА №3 «СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШЕЙКИ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА»

РАССМАТРИВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ:

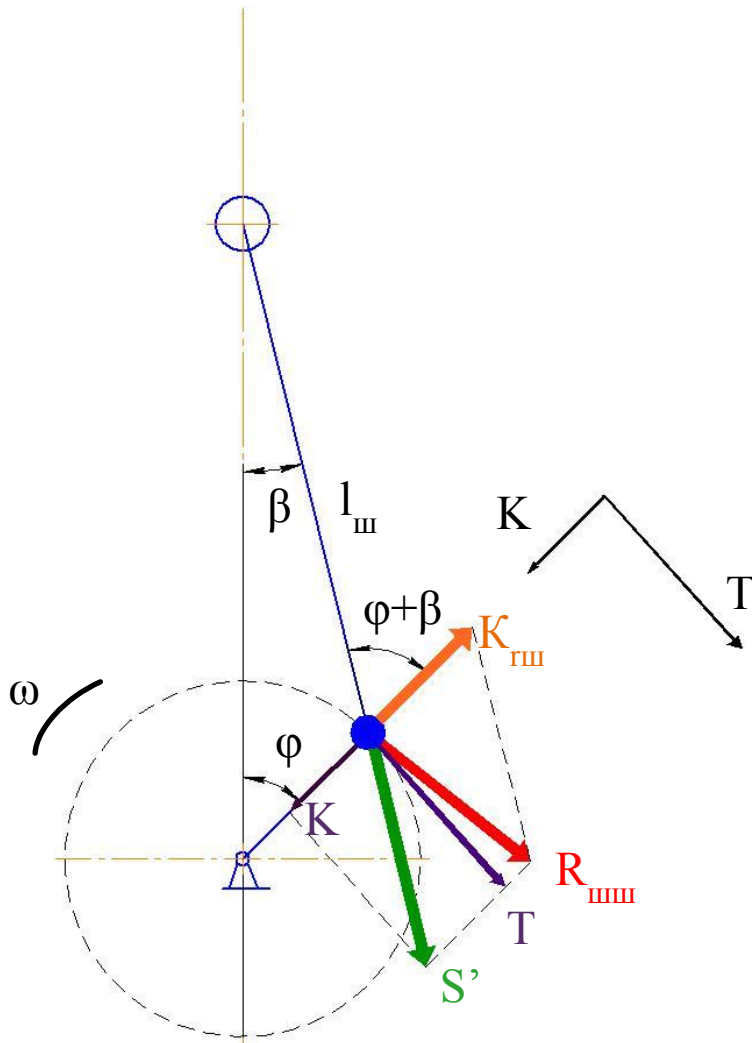
1. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ
2. СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ КОРЕННЫЕ ШЕЙКИ
3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ НАГРУЗКИ НА КОРЕННУЮ ШЕЙКУ
4. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ДИАГРАММА ИЗНОСА ШЕЕК ВАЛА

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



На шатунную шейку кривошипа действует сила S' , направленная вдоль оси шатуна, которая представляет собой составляющую силы P_{Σ} , а также центробежная сила $K_{ш}$, действующая по радиусу кривошипа и возникающая от вращения части массы шатуна, отнесенной к оси кривошипной головки.

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ

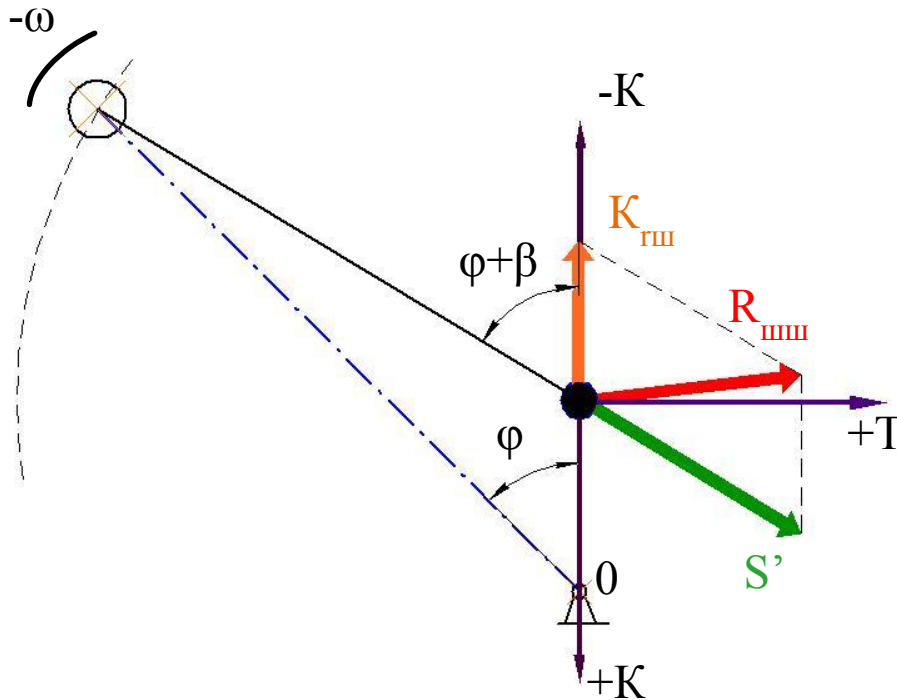


На шатунную шейку кривошипа действует сила S' , направленная вдоль оси шатуна, которая представляет собой составляющую силы P_{Σ} , а также центробежная сила $K_{гш}$, действующая по радиусу кривошипа и возникающая от вращения части массы шатуна, отнесенной к оси кривошипной головки.

Результирующая сила $R_{шш}$ – векторная сумма сил $K_{гш}$ и S' , действующих на шатунную шейку.

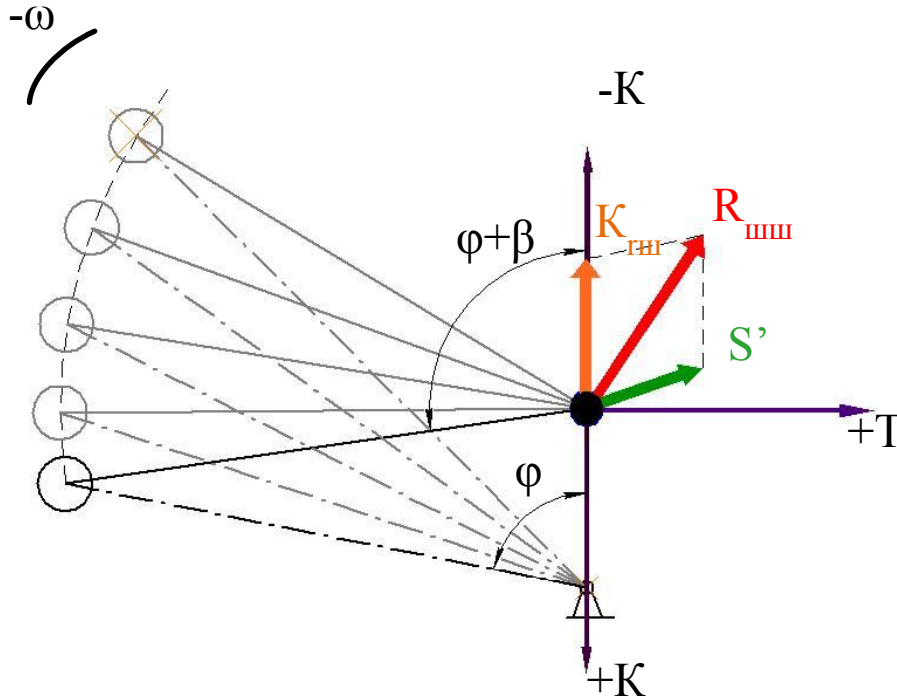
Зависимость $R_{шш}$ от угла поворота коленчатого вала (φ) представляют в виде полярной диаграммы нагрузки на шатунную шейку.

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



Для построения полярной диаграммы нагрузки на шатунную шейку положение кривошипа фиксируется вертикально, а ось цилиндра вращается в противоположную сторону с той же угловой скоростью.

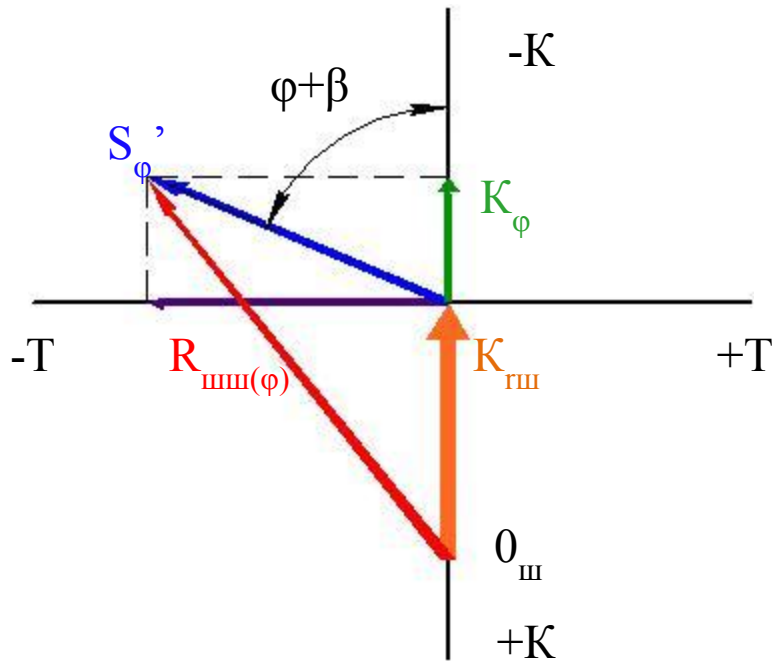
СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



Для построения полярной диаграммы нагрузки на шатунную шейку положение кривошипа фиксируется вертикально, а ось цилиндра вращается в противоположную сторону с той же угловой скоростью.

Так как при неподвижном кривошипе ориентация сил K , T и $K_{гш}$ однозначно и просто определяется, то процесс построения диаграммы сил $R_{шш}$ значительно упрощается.

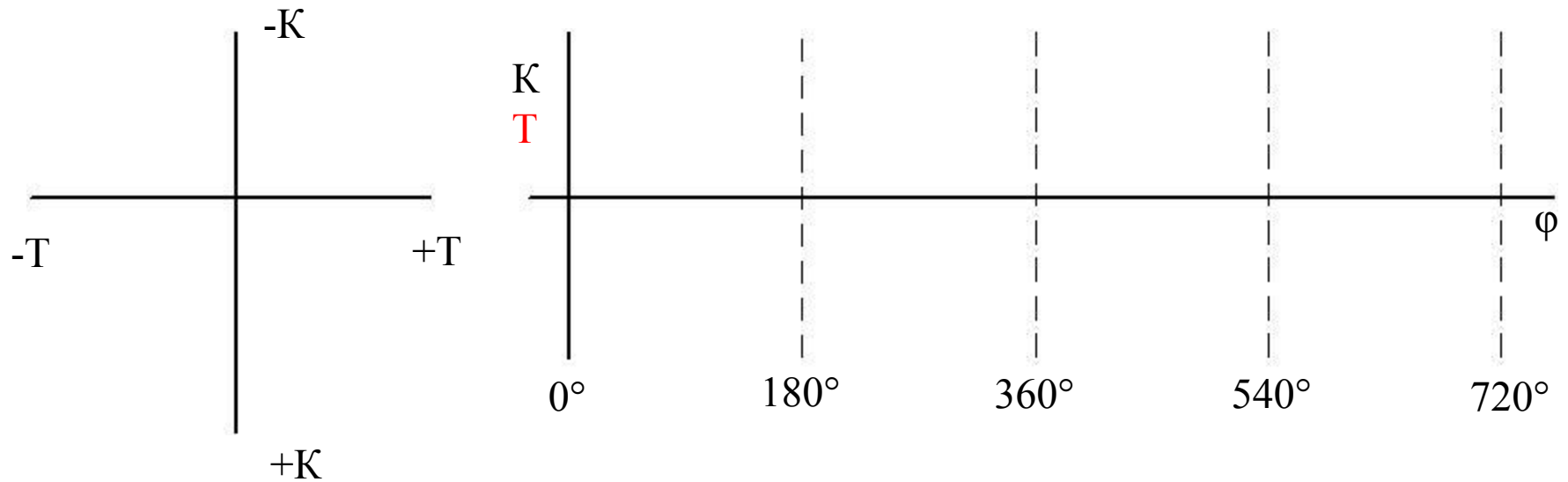
СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



Принцип построения полярной диаграммы нагрузки на шатунную шейку

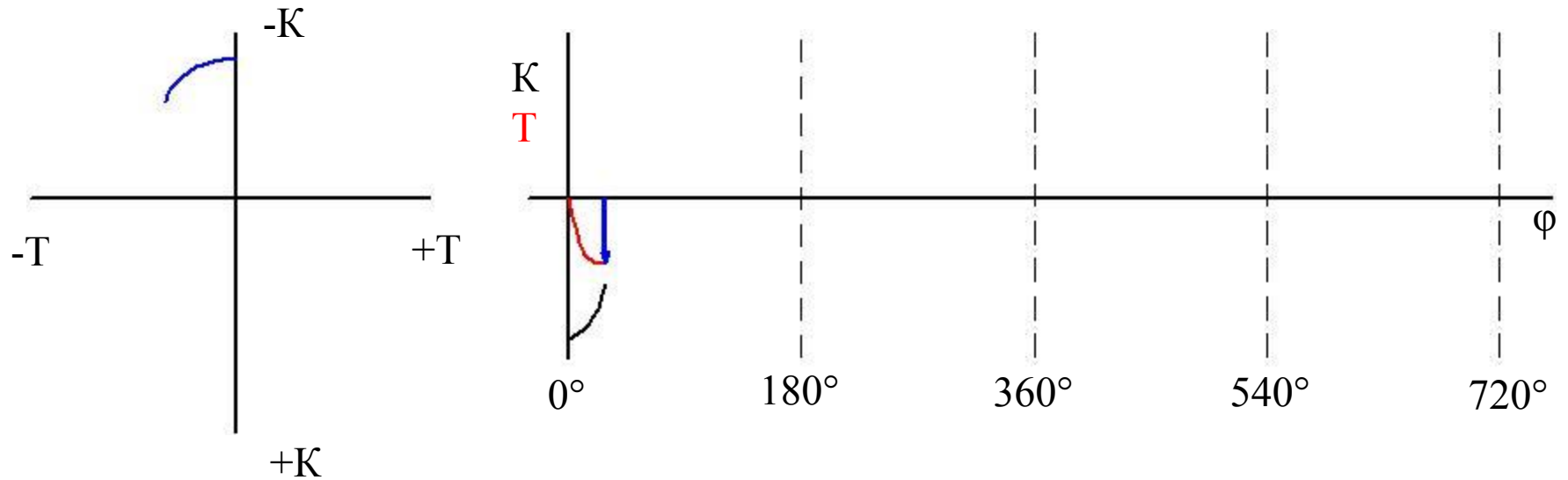
1. В прямоугольных координатах из полюса O для каждого угла по значениям сил K и T строится сила S' .
2. К точке O вдоль оси K прикладывают вектор центробежной силы $K_{гш}$, величина которого постоянна и направлена по радиусу кривошипа.
3. Сила проведенная из точки $O_{ш}$, представляющей начало вектора $K_{гш}$, в точку соответствующую концу вектора S' даст результирующую силу $R_{шш}$.

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



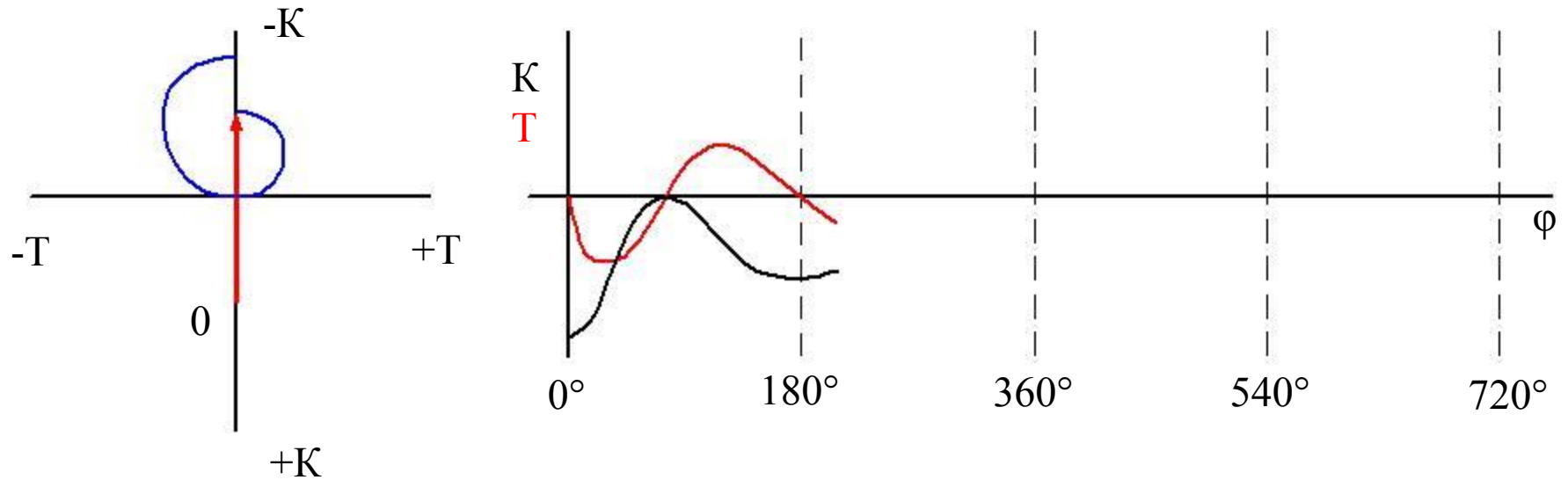
Полярная диаграмма нагрузки на шатунную шейку является геометрическим местом точек конца радиуса-вектора $R_{шш}$, ориентированного относительно системы координат, связанной с неподвижным кривошипом.

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



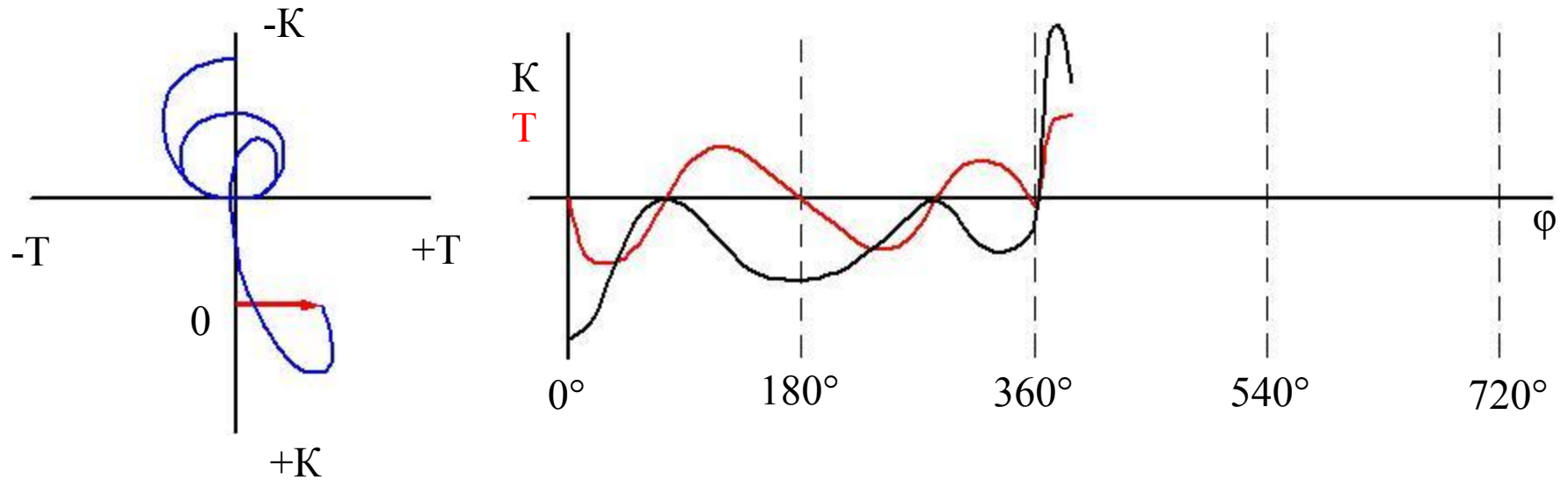
Полярная диаграмма нагрузки на шатунную шейку является геометрическим местом точек конца радиуса-вектора $R_{\text{шш}}$, ориентированного относительно системы координат, связанной с неподвижным кривошипом.

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



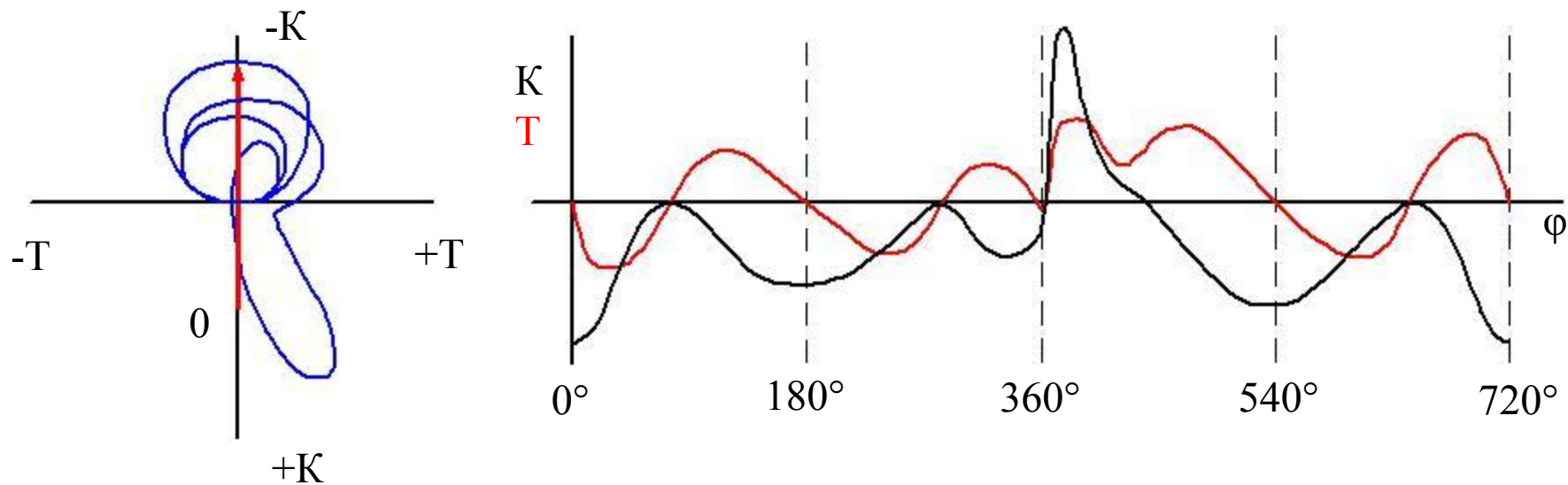
Полярная диаграмма нагрузки на шатунную шейку является геометрическим местом точек конца радиуса-вектора $R_{шш}$, ориентированного относительно системы координат, связанной с неподвижным кривошипом.

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



Полярная диаграмма нагрузки на шатунную шейку является геометрическим местом точек конца радиуса-вектора $R_{шш}$, ориентированного относительно системы координат, связанной с неподвижным кривошипом.

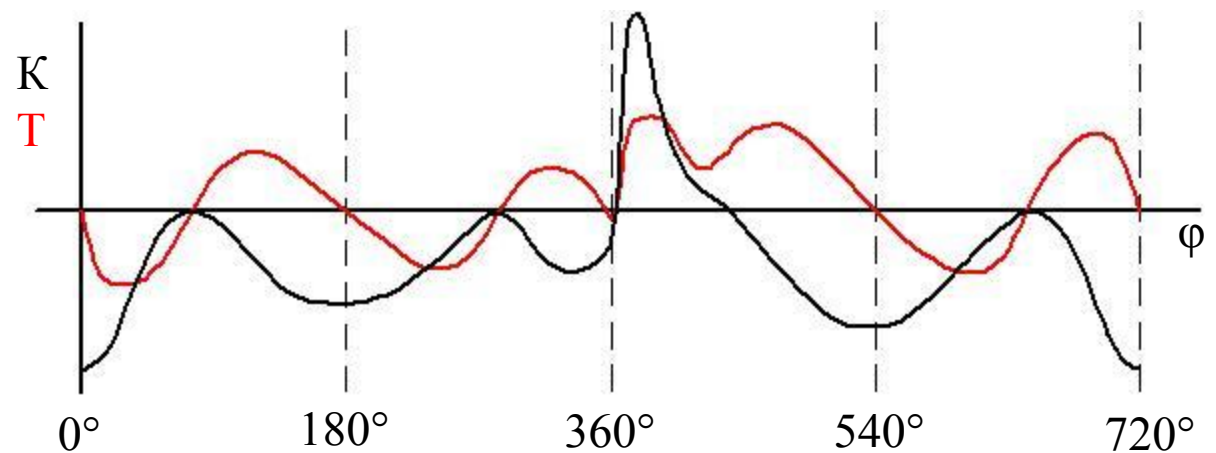
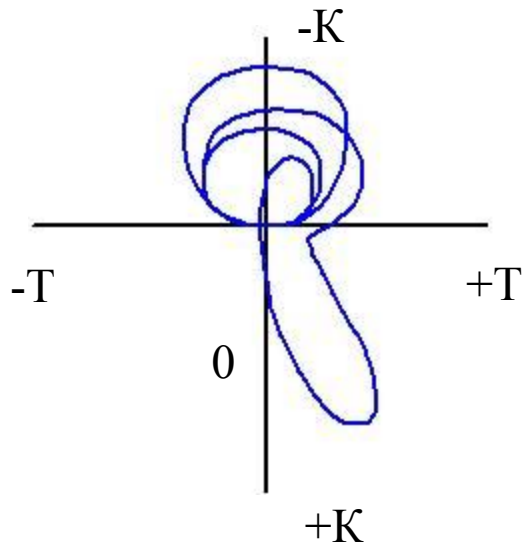
СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



Полярная диаграмма нагрузки на шатунную шейку является геометрическим местом точек конца радиуса-вектора $R_{шш}$, ориентированного относительно системы координат, связанной с неподвижным кривошипом.

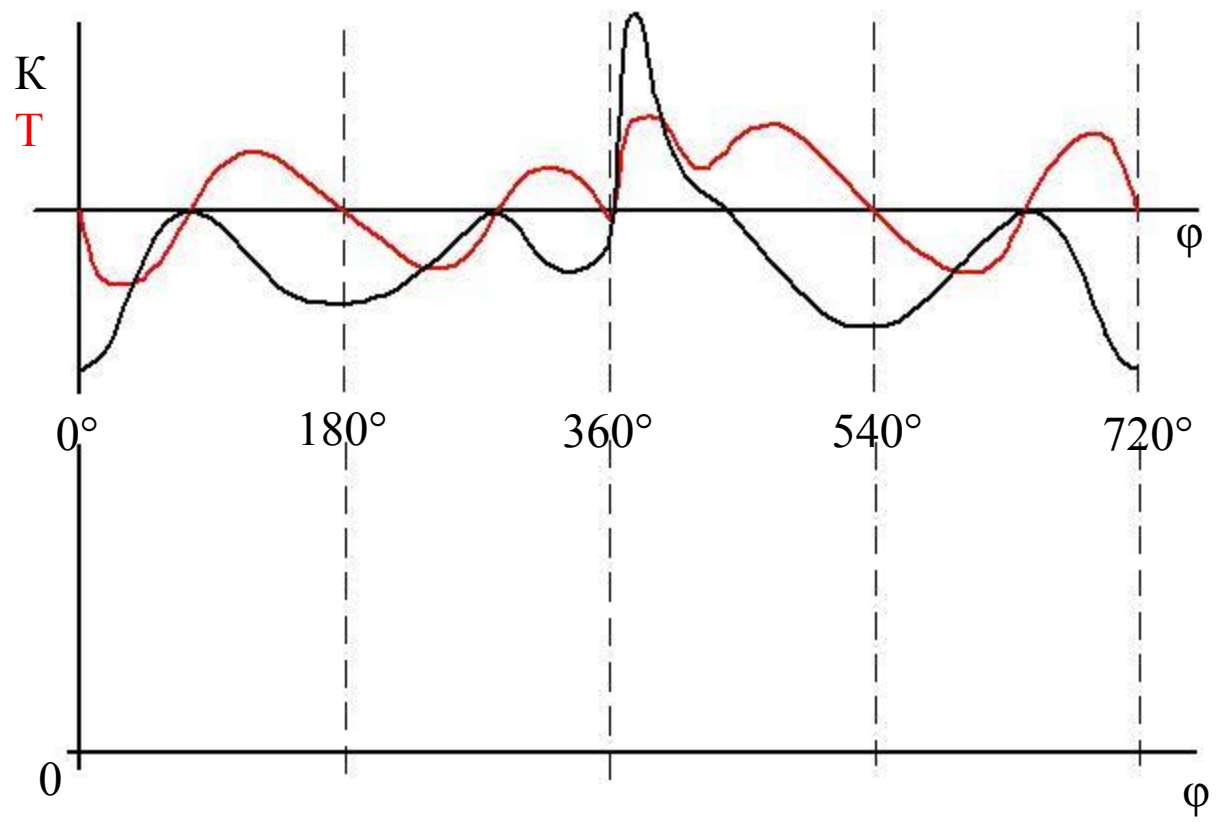
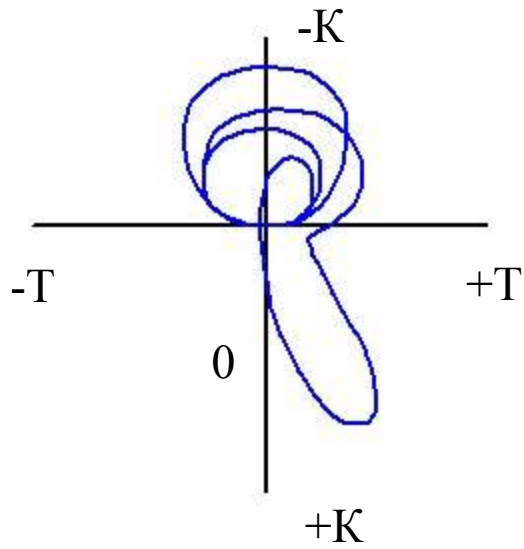
Полярная диаграмма нагрузки на шатунную шейку дает наглядное представление о величине и направлении действия силы относительно кривошипа для любого угла поворота.

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ

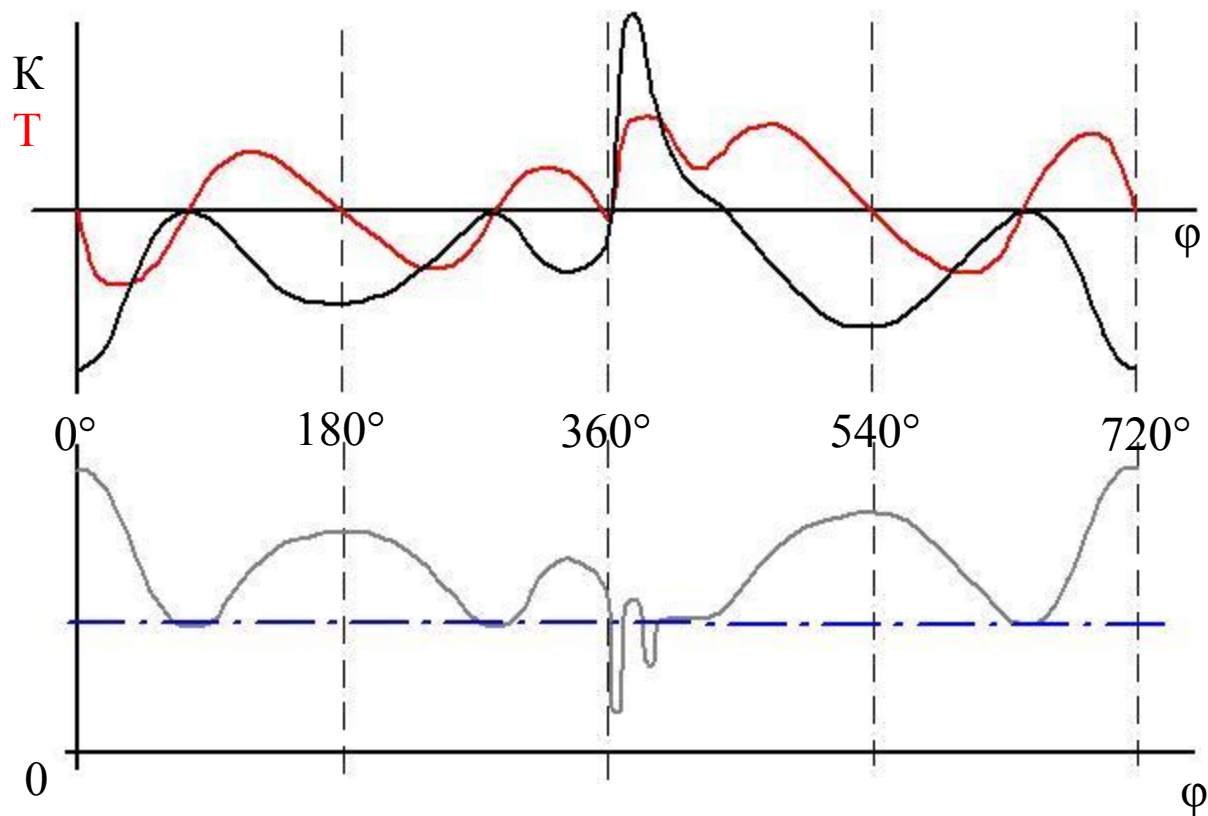
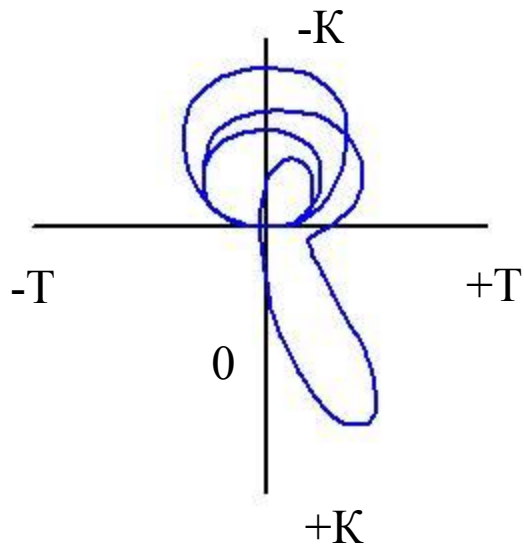


Зависимость модуля силы $R_{\text{шш}}$ от угла поворота, построенная в прямоугольных координатах, используется для определения сил: средней за цикл – $R_{\text{шш(ср)}}$, средней в петле максимальных нагрузок – $R'_{\text{шш(ср)}}$ и максимальной – $R_{\text{шш max}}$, необходимых для выполнения теплового расчета подшипников, определения минимальной толщины масляного слоя и выбора антифрикционного материала.

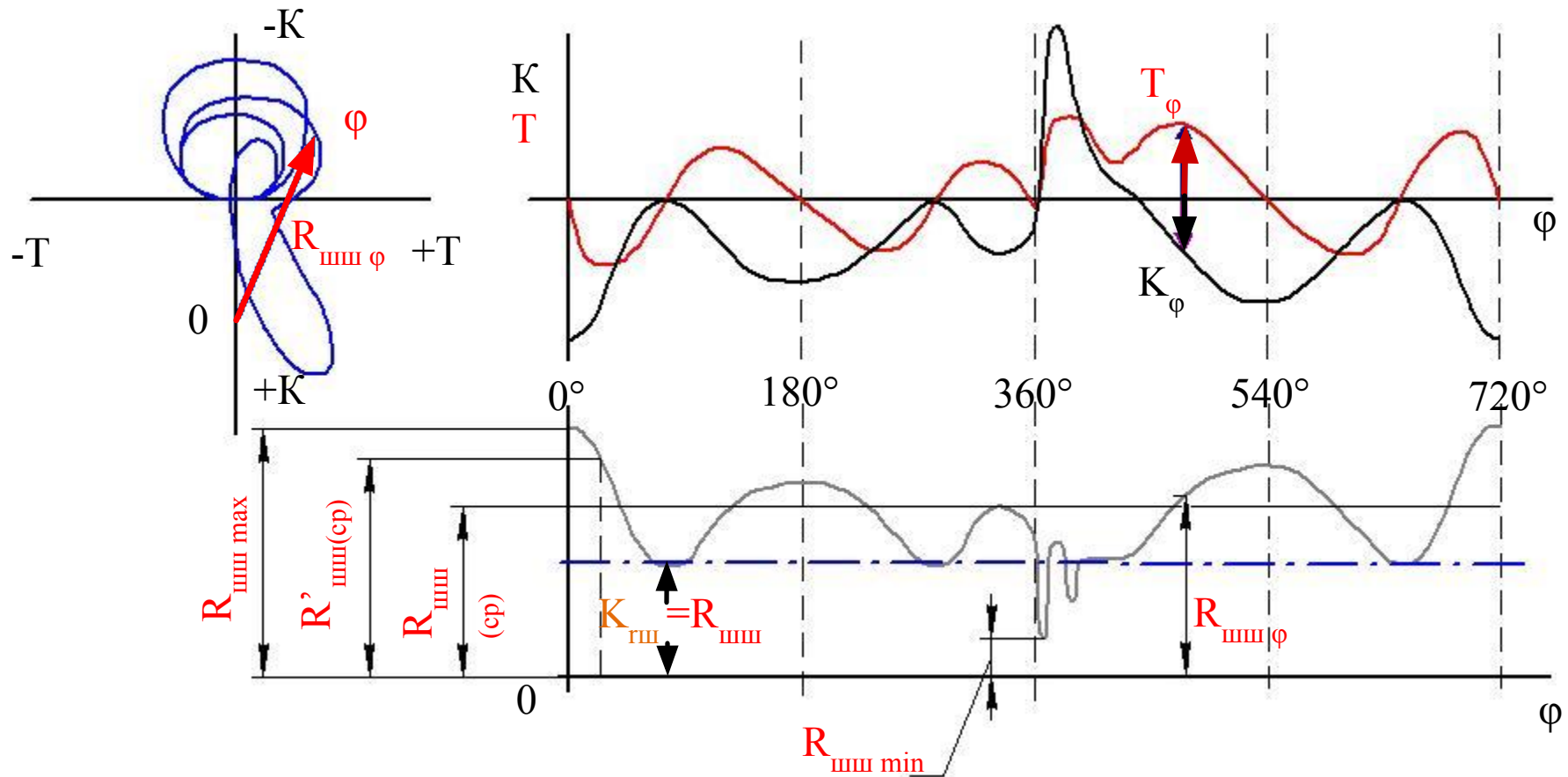
СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ

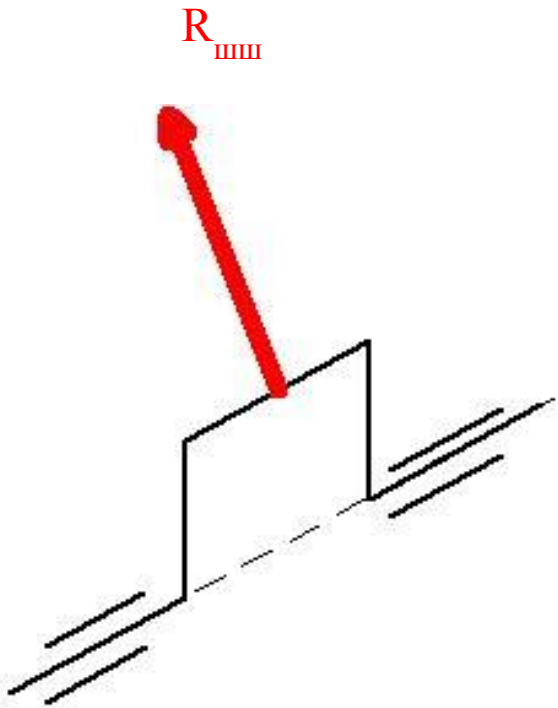


СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАТУННЫЕ ШЕЙКИ



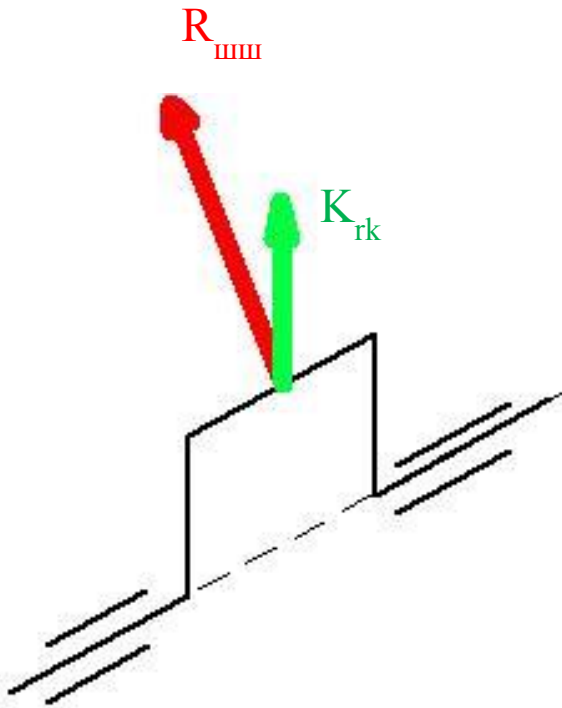
СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ КОРЕННЫЕ ШЕЙКИ

Коренные шейки кривошипа одноцилиндрового двигателя нагружаются силой $R_{\text{шш}} = S' + K_{\text{гш}}$



СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ КОРЕННЫЕ ШЕЙКИ

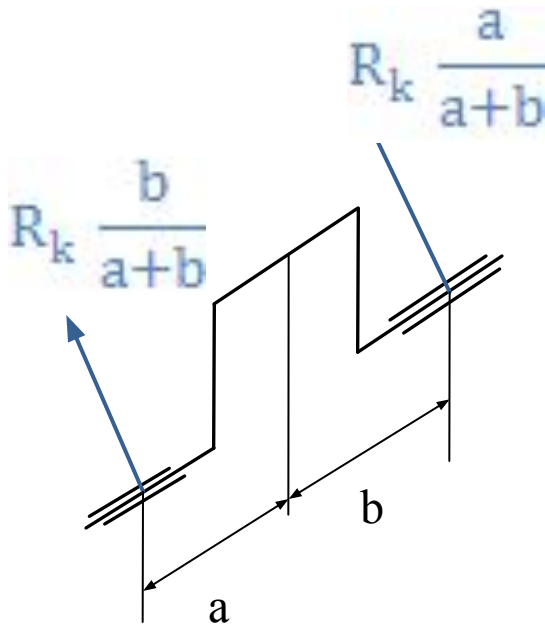
Коренные шейки кривошипа одноцилиндрового двигателя нагружаются силой $R_{шш} = S' + K_{гш}$ и центробежной силой инерции неуравновешенных масс кривошипа $K_{гк}$.



СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ КОРЕННЫЕ ШЕЙКИ

Коренные шейки кривошипа одноцилиндрового двигателя нагружаются силой $R_{\text{шш}} = S' + K_{\text{гш}}$ и центробежной силой инерции неуравновешенных масс кривошипа $K_{\text{гк}}$.

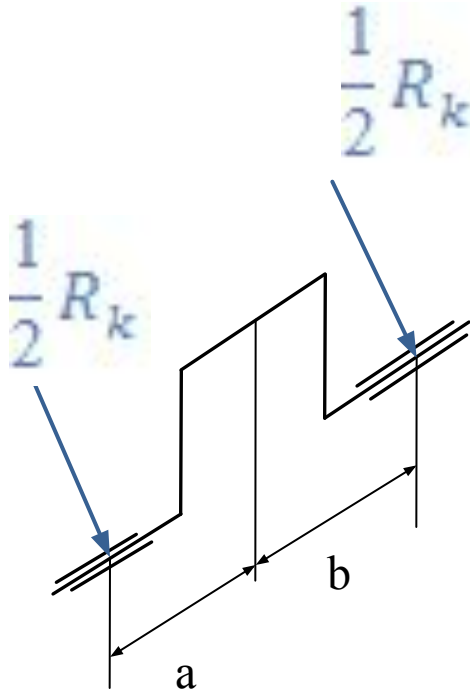
Их результирующая сила $R_{\text{к}} = R_{\text{шш}} + K_{\text{гк}}$ воспринимается двумя коренными опорами.



СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ КОРЕННЫЕ ШЕЙКИ

Коренные шейки кривошипа одноцилиндрового двигателя нагружаются силой $R_{шш} = S' + K_{гш}$ и центробежной силой инерции неуравновешенных масс кривошипа $K_{гк}$.

Их результирующая сила $R_k = R_{шш} + K_{гк}$ воспринимается двумя коренными опорами.



Допущение: $a=b$

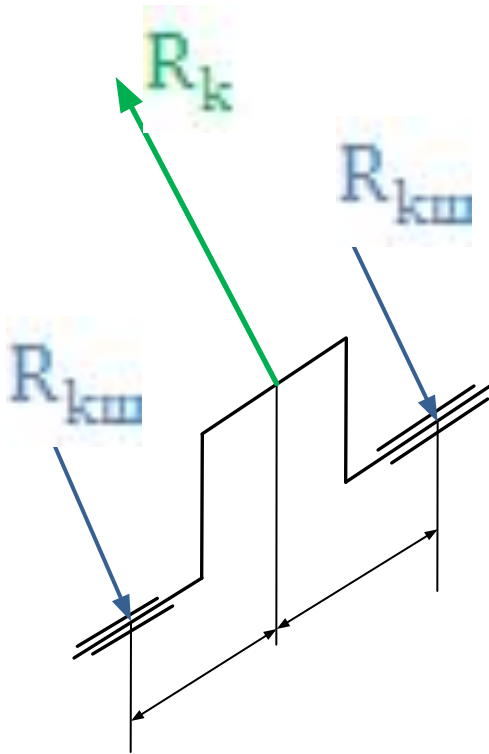
СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ КОРЕННЫЕ ШЕЙКИ

Коренные шейки кривошипа одноцилиндрового двигателя нагружаются силой $R_{шш} = S' + K_{шш}$ и центробежной силой инерции неуравновешенных масс кривошипа $K_{гк}$.

Их результирующая сила $R_k = R_{шш} + K_{гк}$ воспринимается двумя коренными опорами.

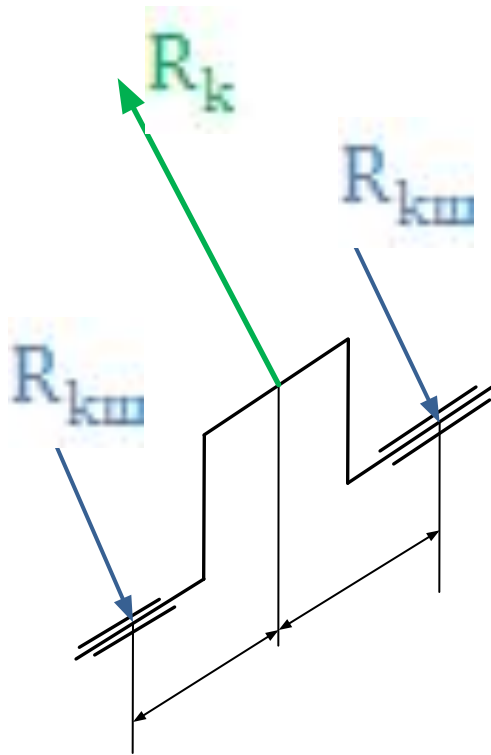
Сила действующая на каждую коренную шейку определяется выражением:

$$R_{кш} = \frac{1}{2} R_k = \frac{1}{2} (S' + K_{шш} + K_{гк}) = \frac{1}{2} (R_{шш} + K_{гк})$$



Допущение: $a=b$

СИЛЫ, НАГРУЖАЮЩИЕ КОРЕННЫЕ ШЕЙКИ



Коренные шейки кривошипа одноцилиндрового двигателя нагружаются силой $R_{шш} = S' + K_{шш}$ и центробежной силой инерции неуравновешенных масс кривошипа $K_{гк}$.

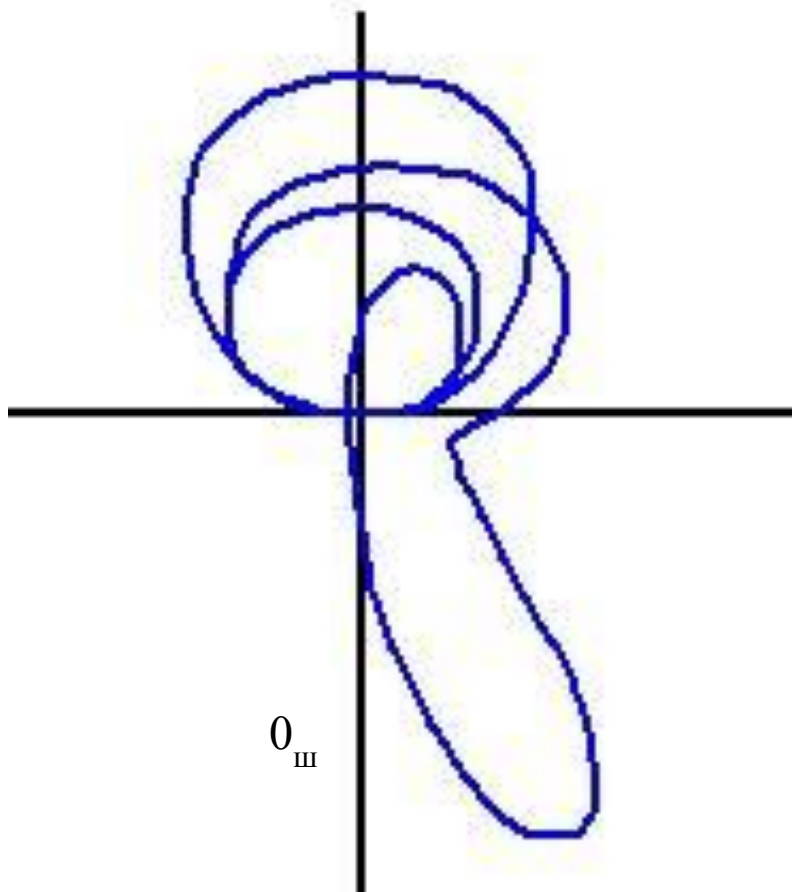
Их результирующая сила $R_k = R_{шш} + K_{гк}$ воспринимается двумя коренными опорами.

Сила действующая на каждую коренную шейку определяется выражением:

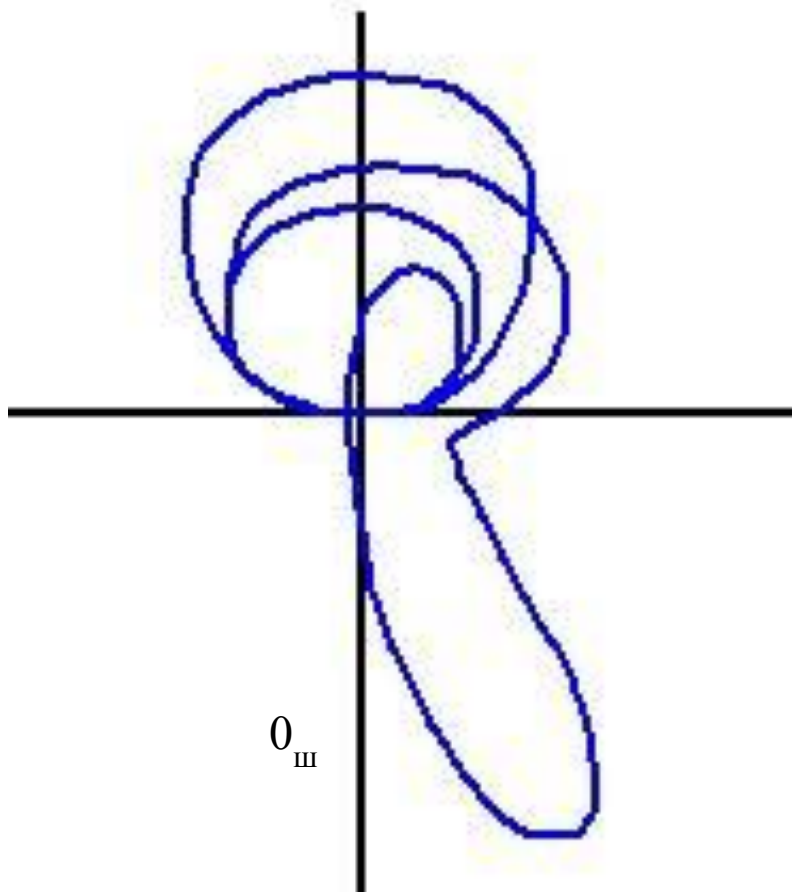
$$R_{кмш} = \frac{1}{2} R_k = \frac{1}{2} (S' + K_{шш} + K_{гк}) = \frac{1}{2} (R_{шш} + K_{гк})$$

практически нагрузку на коренную шейку для любого угла поворота кривошипа можно определить, используя полярную диаграмму на шатунную шейку.

Допущение: $a=b$

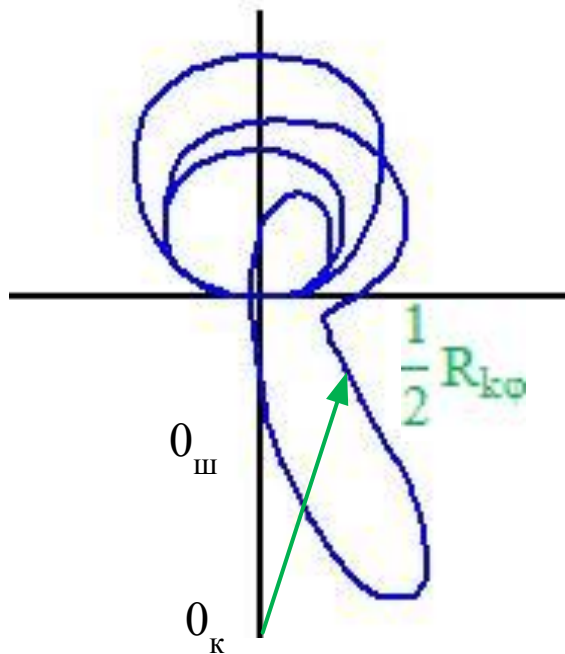


Если полюс полярной диаграммы перенести в точку O_k , соответствующую началу вектора $K_{гк}$, направленного по оси кривошипа и приложенного в точке $O_{ш}$, получим полярную диаграмму нагрузок на коренные шейки.



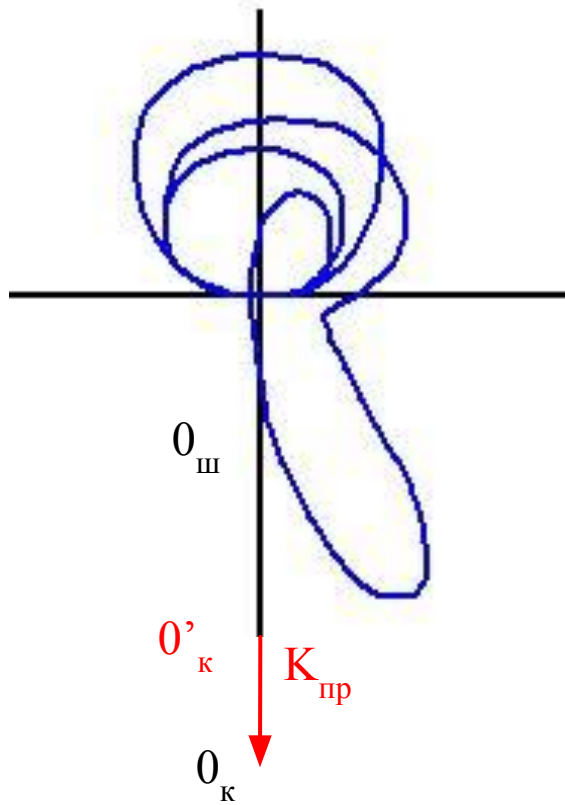
Если полюс полярной диаграммы перенести в точку O_k , соответствующую началу вектора $K_{гк}$, направленного по оси кривошипа и приложенного в точке $O_{ш}$, получим полярную диаграмму нагрузок на коренные шейки.

Уменьшение масштаба сил в два раза даст действительные значения нагрузок на коренную шейку.



Если полюс полярной диаграммы перенести в точку $O_{к}$, соответствующую началу вектора $K_{гк}$, направленного по оси кривошипа и приложенного в точке $O_{ш}$, получим полярную диаграмму нагрузок на коренные шейки.

Уменьшение масштаба сил в два раза даст действительные значения нагрузок на коренную шейку.

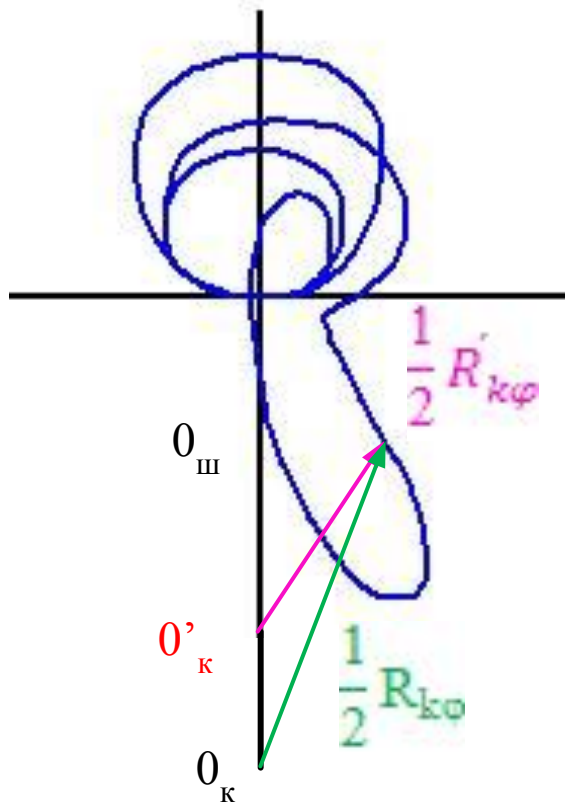


Если полюс полярной диаграммы перенести в точку O_k , соответствующую началу вектора $K_{гк}$, направленного по оси кривошипа и приложенного в точке $O_{ш}$, получим полярную диаграмму нагрузок на коренные шейки.

Уменьшение масштаба сил в два раза даст действительные значения нагрузок на коренную шейку.

Наличие противовесов смещает полюс диаграммы вверх на величину его инерционной результирующей силы $K_{пр}$ в точку O'_k .

Величина этого смещения зависит от центробежной силы противовесов.



Если полюс полярной диаграммы перенести в точку O_k , соответствующую началу вектора $K_{гк}$, направленного по оси кривошипа и приложенного в точке $O_ш$, получим полярную диаграмму нагрузок на коренные шейки.

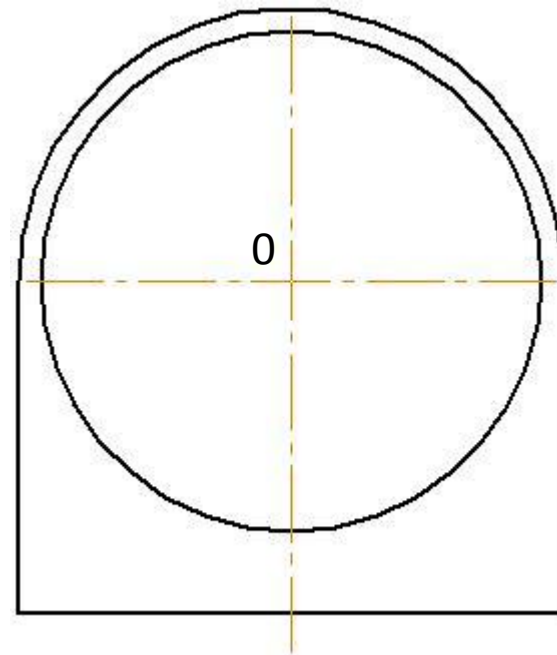
Уменьшение масштаба сил в два раза даст действительные значения нагрузок на коренную шейку.

Наличие противовесов смещает полюс диаграммы вверх на величину его инерционной результирующей силы $K_{пр}$ в точку O'_k .

Величина этого смещения зависит от центробежной силы противовесов.

Теоретическая диаграмма износа шеек вала

Полярная диаграмма позволяет построить теоретическую диаграмму износа шейки вала и определить в первом приближении положение маслоподводящего отверстия.

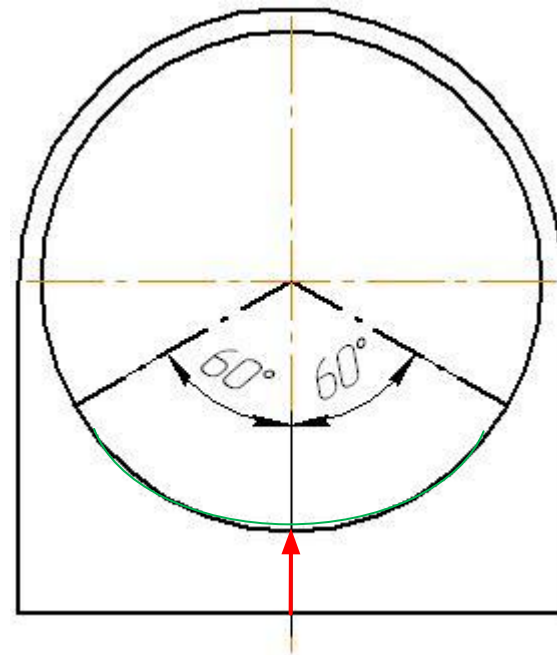


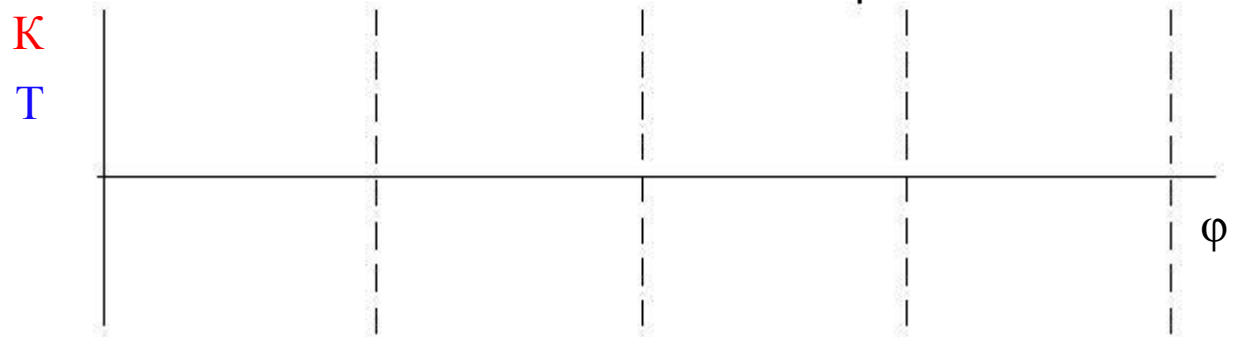
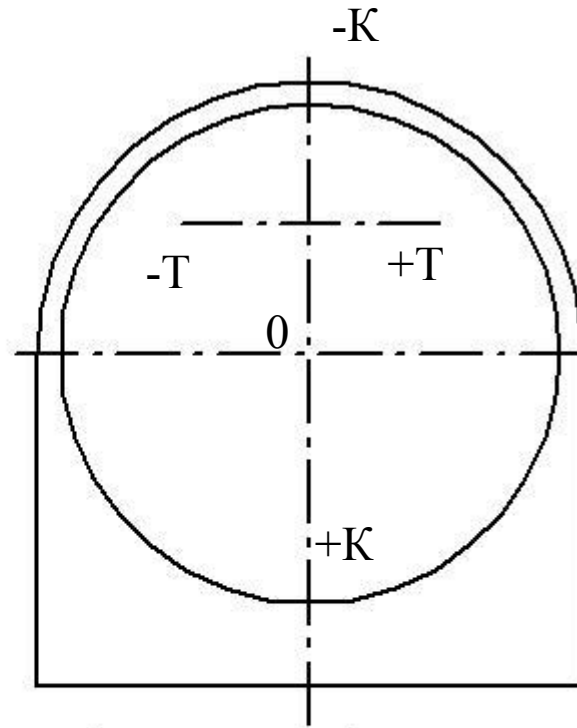
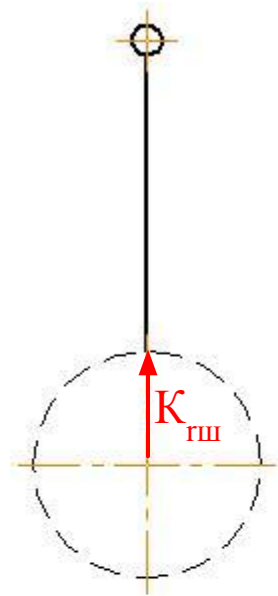
Теоретическая диаграмма износа шеек вала

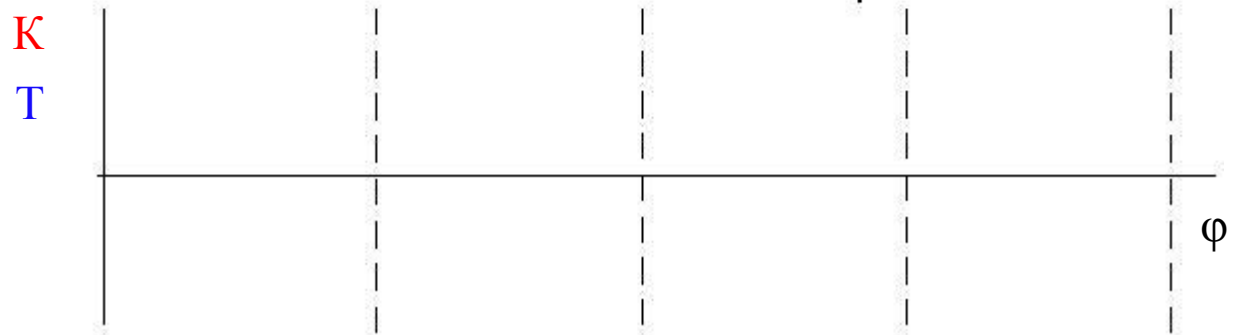
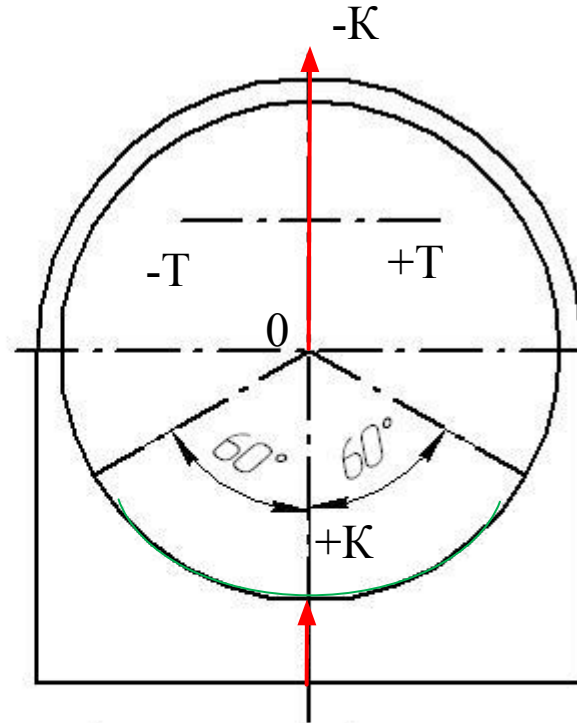
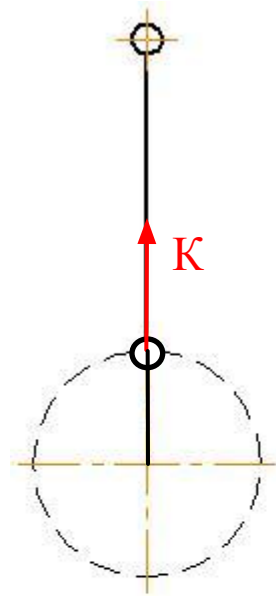
Полярная диаграмма позволяет построить теоретическую диаграмму износа шейки вала и определить в первом приближении положение маслоподводящего отверстия.

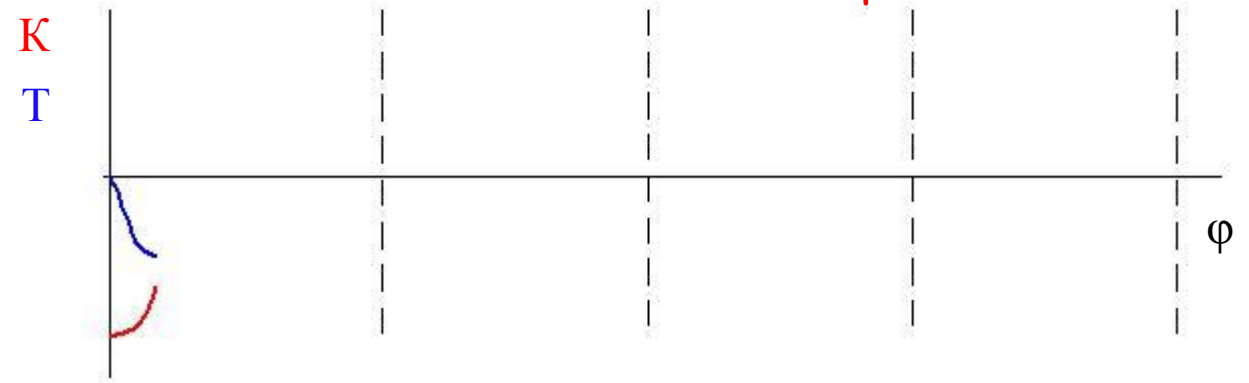
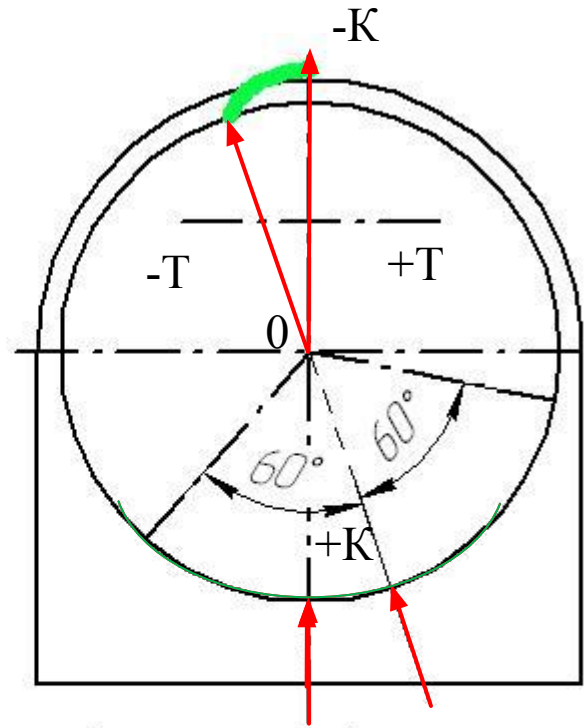
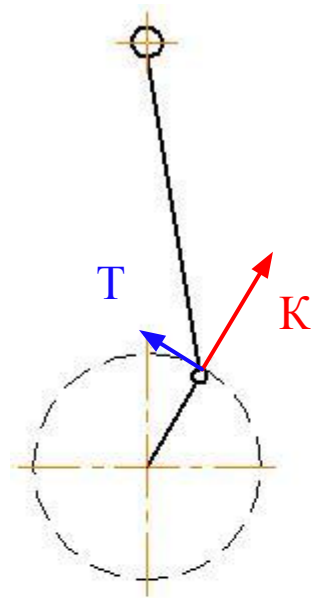
Необходимые допущения.

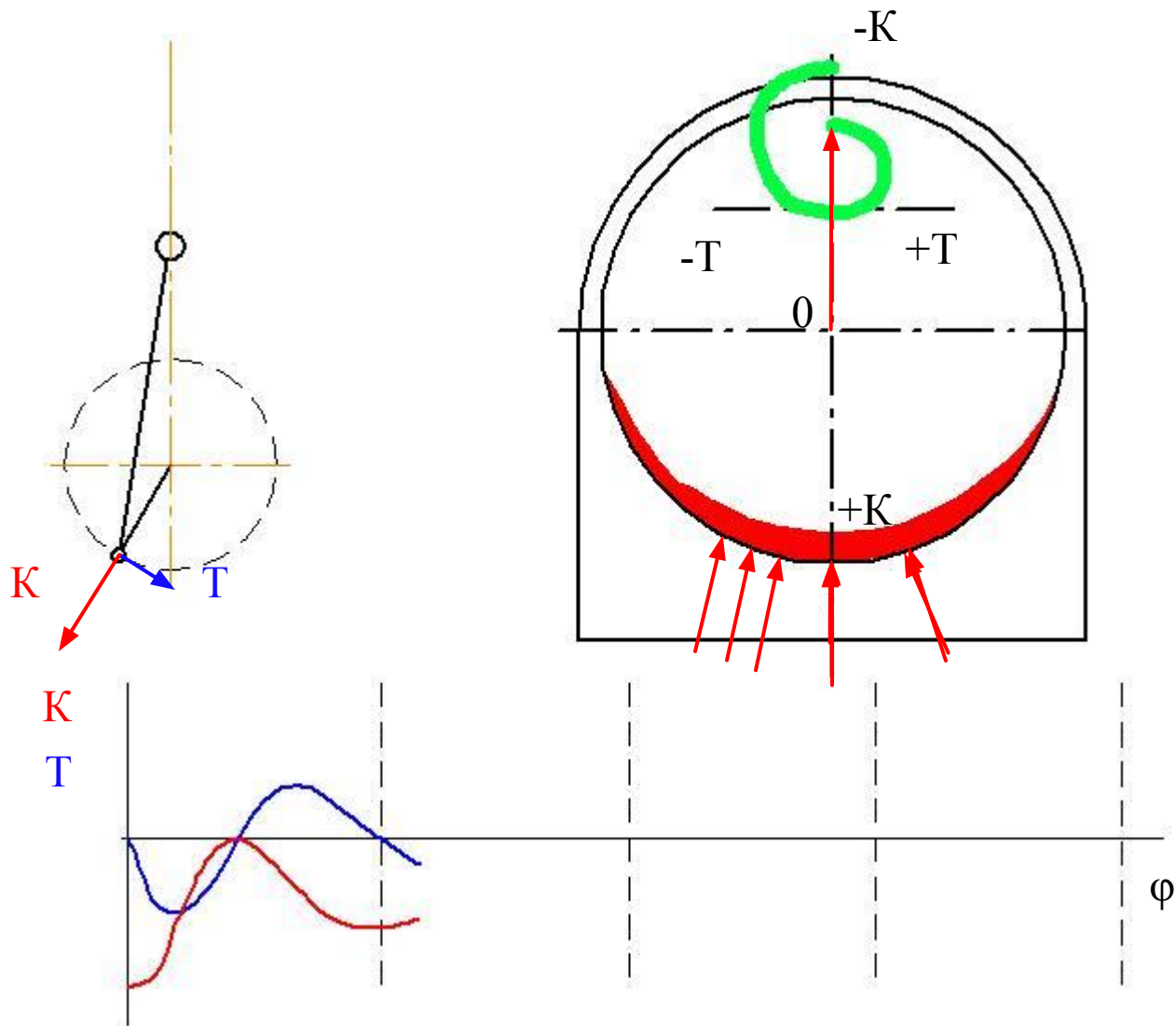
1. Величина износа шейки пропорциональна силе и времени действия.
2. Износ равномерно распределен в обе стороны от условной точки положения силы на дугах в 60° , что соответствует зоне контакта вала и подшипника на дуге в 120° .
3. Коррозионный износ шеек при этом отсутствует.

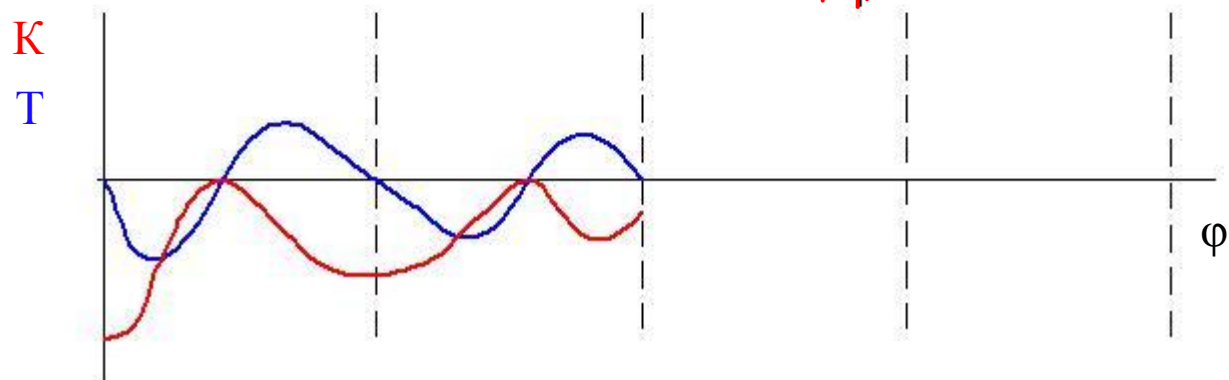
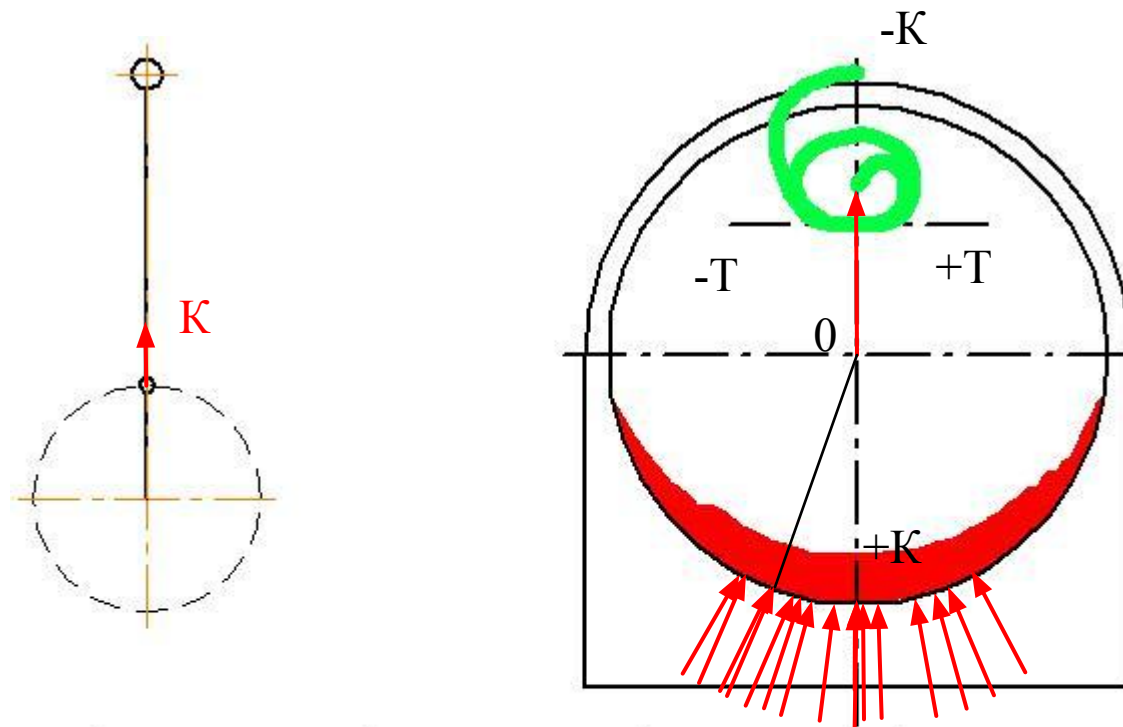


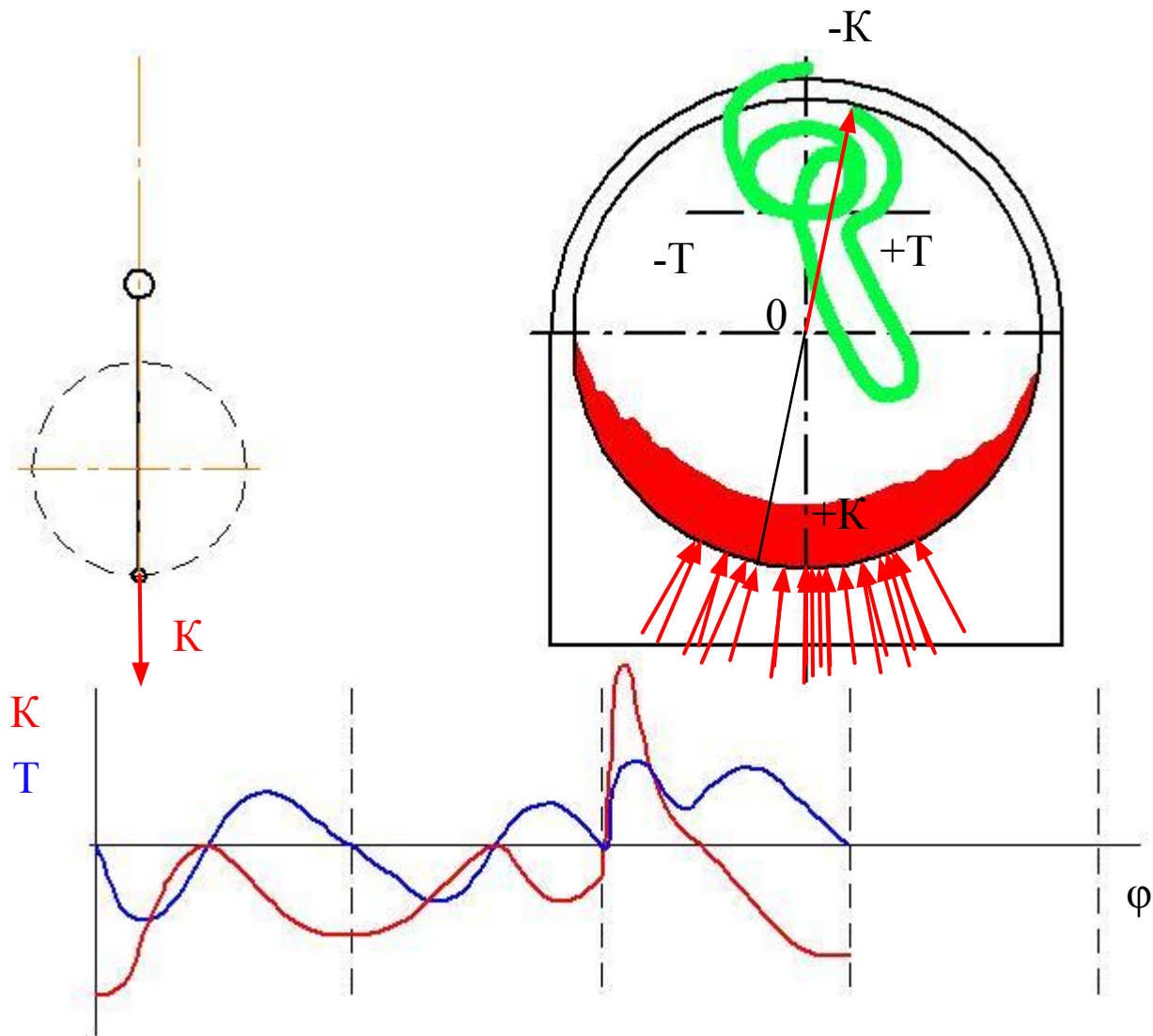


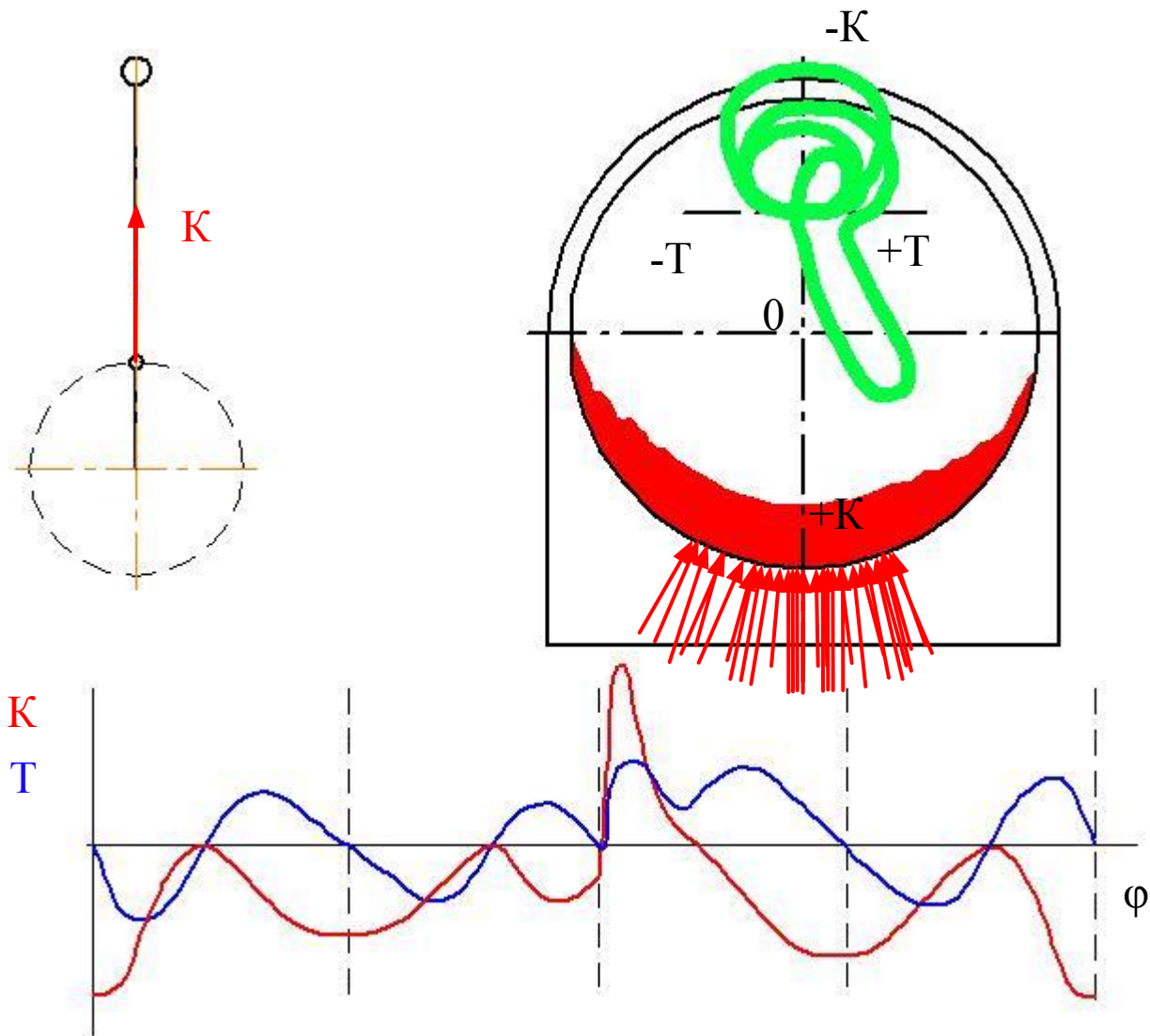




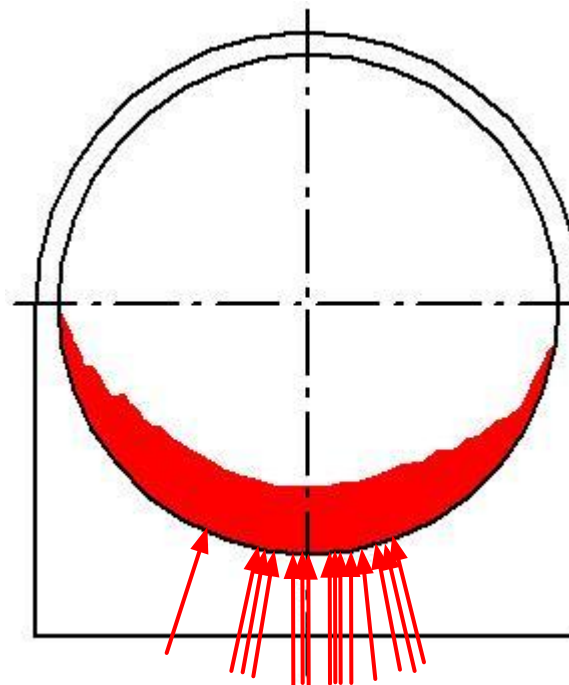








На основании полученной теоретической диаграммы износа шейки вала выбирается ось маслоподводящего отверстия, таким образом, чтобы она проходила в зоне с минимальным износом. Это связано с тем, что в этой зоне наибольшая величина зазора.



На основании полученной теоретической диаграммы износа шейки вала выбирается ось маслоподводящего отверстия, таким образом, чтобы она проходила в зоне с минимальным износом. Это связано с тем, что в этой зоне наибольшая величина зазора.

