

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра теоретической механики и теории механизмов и машин

А. А. МУЛЛАБАЕВ

НАХОЖДЕНИЕ КРАЙНИХ ПОЛОЖЕНИЙ МЕХАНИЗМОВ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2005

ББК 34.41a7
М 90
УДК 531.8 (07)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент А.М. Ефанов

М90 Муллабаев А.А.
Нахождение крайних положений механизма методом последовательных приближений: Методические указания к курсовому проекту по теории механизмов и машин. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 9 с.

Для многих рычажных механизмов крайние положения невозможно определить ни методом засечек, ни методом касательных. Остается метод последовательных приближений, который может быть: а) по положениям, б) по скоростям. Первый метод очень не точен, а порядок определения крайних положений по второму методу в доступной литературе не встречается.

Автор приводит методику нахождения крайних положений механизмов по скоростям методами интерполирования и экстраполирования.

ББК 34.41a7

© Муллабаев А.А., 2005
©ГОУ ОГУ, 2005

1 Нахождение крайних положений механизма методом последовательных приближений

После нахождения масштаба плана положений возникает проблема нахождения крайних положений механизма, т.е. положений, где выходное звено занимает крайние положения. Для некоторых механизмов крайние положения могут определяться одним из точных методов:

- 1) методом засечек;
- 2) методом касательных.

Для каждого механизма в зависимости от его строения пригоден только один из двух методов.

Но для многих механизмов невозможно применить ни один из указанных двух методов. Тогда приходится применять один из двух следующих методов:

1) определение приблизительных крайних положений после построения плана положений;

2) метод последовательных приближений. При этом данный метод подразделяется:

- а) определение крайних положений по положениям;
- б) определение крайних положений по скоростям.

Метод 4, б более трудоемок, но более точен.

В широко известной литературе встречается только упоминание о методе последовательных приближений, но нет методики определения крайних положений механизма по этому методу. В связи с этим возникла необходимость написания данных методических указаний.

Для полноты картины вкратце рассмотрим предыдущие три метода. Описание этих методов встречается во многих литературных источниках.

1.1 Метод засечек

Считаем, что рабочий ход направлен против силы полезного сопротивления $F_{ПС}$. Для механизма по рисунку 1, а сила $F_{ПС}$ направлена снизу вверх. Следовательно, рабочий ход ползуна «С» это сверху вниз. Тогда крайнее верхнее положение точки «С», соответствующее крайнему нижнему положению точки «В» является началом рабочего хода. Конец рабочего хода соответствует крайнему нижнему положению точки «С», соответствующему крайнему верхнему положению точки «В».

Для этого механизма крайние положения нужно определять методом засечек. Суть метода засечек применительно к механизму рисунок 1, а.

Для нахождения начала рабочего хода из точки O_1 делаем засечку на дуге радиуса O_2B длиной $l_2 - l_1$, где l_2 и l_1 длины звеньев 2 и 1 соответственно. Получаем точку B_o . Далее соединяем точку B_o с точкой O_1 и продолжаем линию до пересечения с окружностью радиуса O_1A . Получаем точку A_o . Соединив точку B_o с точкой O_2 и продолжая дальше получаем точку C_o . Начиная от точки A_o строим 12

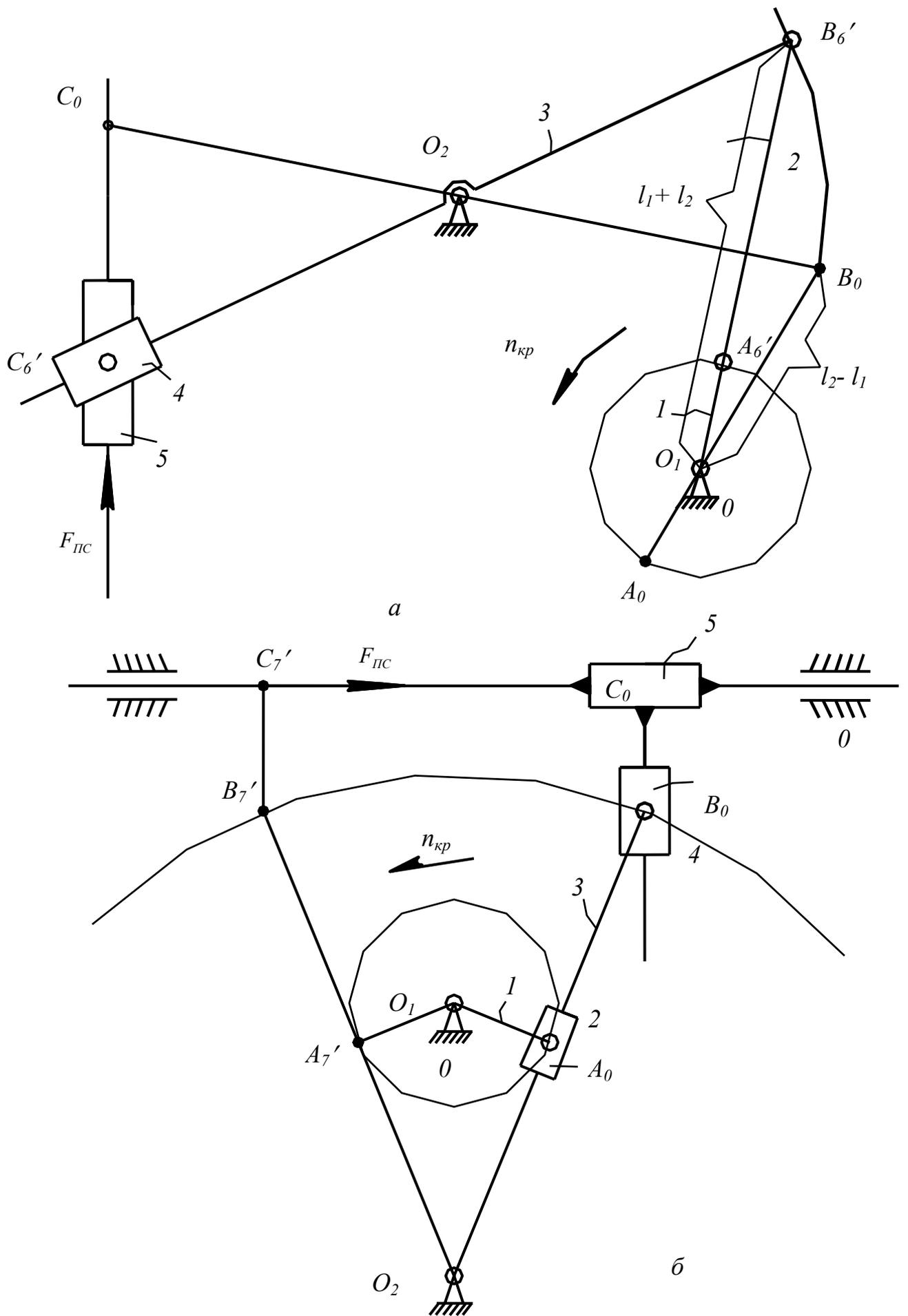


Рисунок 1 – Определение крайних положений: а – метод засечек, б – метод касательных

положений механизма через 30° угла поворота кривошипа O_1A . Заметим, что в нулевом положении механизма звенья 1 и 2 «складываются» в одну линию. Для нахождения конца рабочего хода из точки O_1 делаем засечку длиной $l_1 + l_2$ на дуге радиуса O_2B и получаем точку B'_6 . Номер $6'$ дан из-за того, что конец рабочего хода располагается после положения 6. Получаем точку A'_6 . Далее через точку B'_6 проводим линию через точку O_2 и продолжаем дальше. Получается точка C'_6 - крайнее нижнее положение точки С. Это тринадцатое положение.

1.2 Метод касательных

Для механизма по рисунку 1, б сила полезного сопротивления направлена слева направо. Следовательно, рабочий ход ползуна – справа налево. Тогда крайнее правое положение точек «В» и «С» является началом рабочего хода.

Крайние положения для этого механизма нужно находить методом касательных. Для этого из точки O_2 проводим две касательные к окружности радиуса O_1A и из точки O_1 восстанавливаем перпендикуляры к этим касательным. Получим начало рабочего хода A_0, B_0, C_0 и конец рабочего хода A'_7, B'_7, C'_7 . Рисуем 12 положений механизма через 30° угла поворота кривошипа начинаем от A_0 . Конец рабочего хода в данном примере располагается после 7 – положения. Это тринадцатое положение.

1.3 Определение приблизительных крайних положений механизма после построения плана положений

В некоторых Вузах страны не учат студентов определять крайние положения механизма. Например, в Московском институте нефти и газа имени Губкина приблизительные крайние положения определяют так.

Вертикальное самое верхнее положение кривошипа обозначают нулевым положением. Далее строят 12 положений механизма через 30° угла поворота кривошипа. Смотрят, в каких номерах выходное звено занимает крайние положения. Эти положения принимают за начало и конец рабочего хода.

Указанные положения являются лишь приблизительными крайними положениями, так как после построения планов скоростей, оказывается, что скорости выходного звена с этих положений не равны нулю. Скорости выходного звена в крайних положениях механизма должны быть равны нулю. Иначе ускорения в этих точках будут равны бесконечности.

1.4 Определение крайних положений механизма методом последовательных приближений

Для многих механизмов, например для механизма по рисунку 2, а невозможно применить ни метод засечек, ни метод касательных. Остается метод последовательных приближений, который может быть выполнен:

- а) по положениям;
- б) по скоростям.

Суть метода по положениям. На глаз строят приблизительное начальное положение механизма. Далее рисуют несколько положений близких к первоначальному. Из нескольких положений выбирают одно, соответствующее начальному положению выходного звена. Остальные положения стирают и строят еще 11 положений механизма через 30° угла поворота кривошипа. Конец рабочего хода отыскивают таким же образом. Получается 13 положений.

Этот метод очень груб, так как после построения планов скоростей, скорости выходного звена в крайних положениях значительно отличаются от нуля.

Если для механизма невозможно применить ни метод засечек, ни метод касательных, то надо применять метод последовательных приближений по скоростям. Суть метода.

Строят приблизительное начальное положение механизма (первое приближение). Обозначим первое приближение через A' . Строят план скоростей для первого приближения и определяют скорость выходного звена V'_d . Далее смотрят, куда направлена скорость V'_d . Если она направлена в сторону рабочего хода, то это означает, что мы «проскочили» нулевое положение. При этом для нахождения второго приближения надо кривошип повернуть (например) на 30° против его вращения. Если же при первом приближении скорость V'_d направлена против рабочего хода, то это означает, что мы еще не дошли до нулевого положения. В этом случае второе приближение надо находить поворотом кривошипа (например) на 30° в сторону вращения от первого приближения.

Далее строим второй план скоростей и определяем скорость выходного звена V''_d . Если скорости V''_d и V'_d направлены в разные стороны, то третье приближение находим линейным интерполированием. При этом находим

$$\varphi_{кр} = \frac{30^\circ \cdot V'_d}{V'_d + V''_d}, \quad (1)$$

где $\varphi_{кр}$ - угол между положениями кривошипа в первом и третьем приближениях, отложенный в сторону второго приближения.

Если же скорости V''_d и V'_d направлены в одну сторону (этот случай в нашей практике не встречался), то нужно применить линейное экстраполирование. Скорости V''_d и V'_d могут быть направлены в одну сторону только при очень грубом первом приближении.

Далее строим план скоростей для третьего приближения. На третьем приближении можно остановиться, так как скорость выходного звена в этом положении очень мало отличается от нуля. Третье приближение обозначаем нулевым положением и еще строим 11 положений через 30° угла поворота кривошипа. Получилось 14 положений, так как первые два приближения не стираем.

Конец рабочего хода (15 - положение) отыскиваем так же линейным интерполированием. Для этого просматриваем все планы скоростей и определяем, в каких соседних двух положениях скорость выходного звена меняет знак с рабочего хода на холостой. Формула интерполирования аналогична формуле (1), только вместо V'_d и V''_d будут стоять скорости токи «Д» в двух соседних положениях,

где V_D меняет знак. Далее строим план скоростей для конца рабочего хода и убеждаемся, что скорость выходного звена в этом положении незначительно отличается от нуля. На листе получается 15 планов скоростей.

Рассмотрим пример на рисунке 2. A' - первое приближение. После построения плана скоростей получаем, что V'_D направлена вниз, т.е. по рабочему ходу. Мы «проскочили» нулевое положение. Положение A'' находим поворотом кривошипа O_1A против вращения кривошипа на 30° . После построения плана скоростей для второго приближения получаем, что V''_D направлена вверх. Третье приближение (положение A_0) получаем интерполированием по формуле (1), так как скорости V''_D и V'_D направлены в разные стороны.

$$\varphi_{кр} = \frac{30^\circ \cdot V'_D}{V'_D + V''_D} = \frac{30^\circ \cdot 6,5}{6,5 + 10} = 11,82^\circ.$$

Заметим, что в формуле (1) скорости можно брать без умножения на масштаб, так как масштаб сократится.

Строим третье приближение (A_0) и план скоростей для него. Убеждаемся, что в этом положении скорость точки D незначительно отличается от нуля.

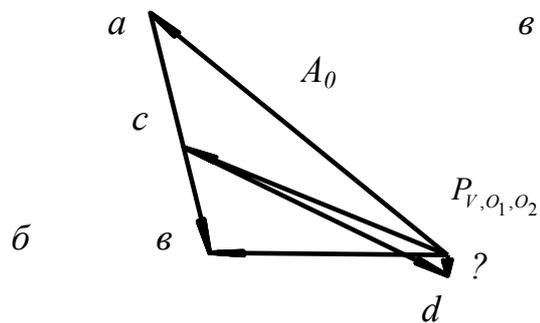
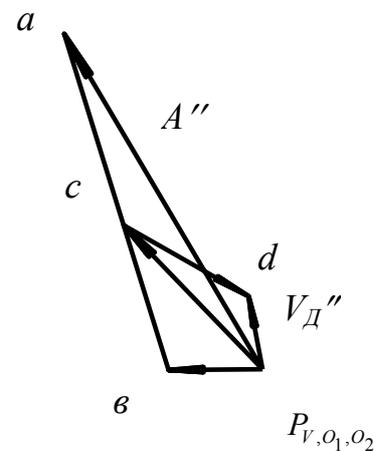
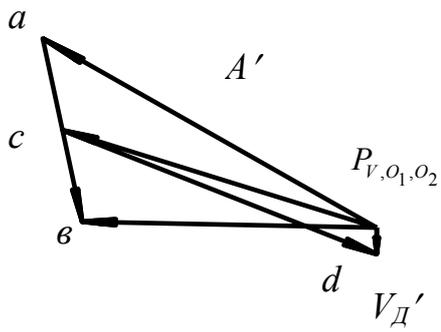
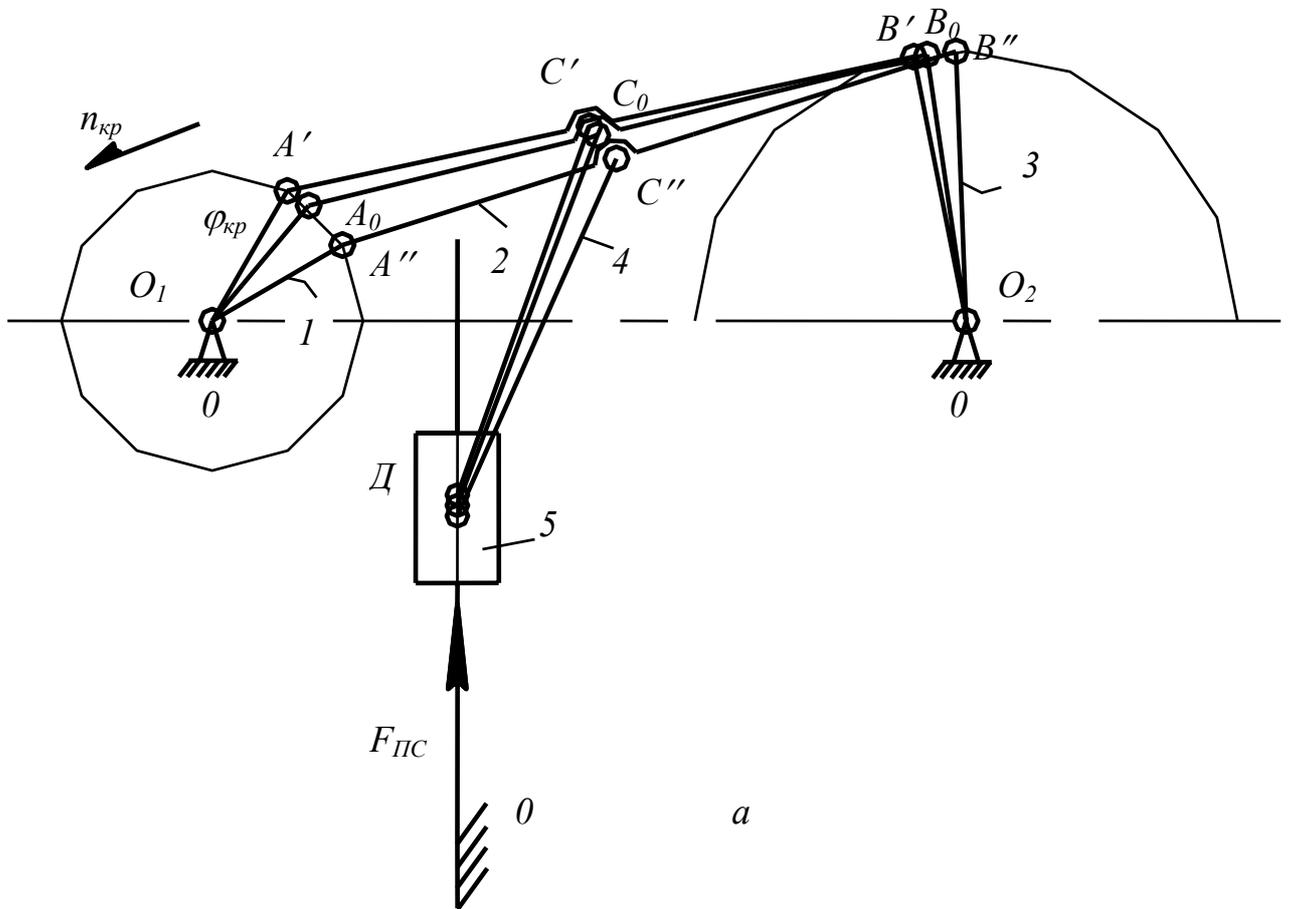


Рисунок 2 – Метод последовательных приближений по скоростям: a – план положений, b – планы скоростей

Список использованных источников

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, - 1975, - 640с.
2. Фролов К.В. и др. Теория механизмов и машин. – М.: Высшая школа, - 1987, - 496 с.: ил.
3. Кореняко А.С. и др. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. – Киев: Высшая школа, - 1970, - 332 с.
4. Попов С.А. курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин. – М: Высшая школа, - 1986, - 295 с.: ил.
5. Левицкая О.Н. и Левицкий Н.И. Курс теории механизмов и машин. – М.: Высшая школа, - 1978, - 269 с.: ил.