

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра деталей машин и прикладной механики

А. А. МУЛЛАБАЕВ, С.Ю. РЕШЕТОВ

МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПЛАНОВ ПОЛОЖЕНИЙ МЕХАНИЗМОВ

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 2009

УДК 531.8 (07)
ББК 34.41a7
М 90

Рецензент

кандидат технических наук, доцент А.М. Ефанов

М90 Муллабаев А.А.

Метод последовательных приближений для построения планов положений механизмов: методические указания к выполнению курсового проекта по теории механизмов и машин / А.А. Муллабаев, С.Ю. Решетов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. – 11 с.

Для многих рычажных механизмов крайние положения выходного звена механизма невозможно определить ни методом засечек, ни методом касательных. Поэтому авторами разработан метод последовательных приближений по скоростям, который существенно увеличивает точность нахождения крайних положений механизмов. В настоящее время в практике применялся лишь метод последовательных приближений по положениям, который очень не точен и требовал значительных затрат времени.

В данных методических указаниях авторы приводят методику нахождения крайних положений механизмов по скоростям методами интерполирования и экстраполирования.

ББК 34.41a7

© Муллабаев А.А.,
Решетов С.Ю., 2009
©ГОУ ОГУ, 2009

Содержание

	с.
Введение.....	4
1 Нахождение крайних положений механизма методом последовательных приближений.....	4
1.1 Общие сведения.....	4
1.2 Метод засечек.....	5
1.3 Метод касательных.....	7
1.4 Определение приблизительных крайних положений механизма после построения плана положений.....	7
1.5 Определение крайних положений механизма методом последовательных приближений.....	7
Список использованных источников.....	11

Введение

При выполнении курсового проекта по дисциплине «Теория механизмов и машин» нужно строить план положений механизма. При этом возникает необходимость нахождения крайних положений выходного звена и соответствующих этим положениям координат остальных звеньев. Для части механизмов эту задачу можно решить методом засечек, а для других механизмов – методом касательных. Эти методы хорошо описаны в известной литературе.

Однако для большого количества механизмов вышеуказанные методы не применимы. Для этих механизмов в настоящее время применяется метод последовательных приближений по положениям, который очень трудоемок и имеет низкую точность. Поэтому авторами разработан метод последовательных приближений по скоростям, который существенно увеличивает точность нахождения крайних положений механизмов. Данный метод не встречается в известной литературе. Цель данных методических указаний – увеличение точности и уменьшение трудоемкости построения планов положений рычажных механизмов.

1 Нахождение крайних положений механизма методом последовательных приближений

1.1 Общие сведения

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 структурной схемы пригоден только один из двух вышеупомянутых методов. Но для многих механизмов при определении крайних положений выходного звена и соответствующих им положений остальных звеньев невозможно применить ни один из двух известных методов.

В этом случае приходится применять один из двух следующих методов:

- 1) определение приблизительных крайних положений после построения плана положений;
- 2) метод последовательных приближений.

При этом метод последовательных приближений можно выполнять двумя способами:

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

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.

1.2 Метод засечек

Считаем, что рабочий ход направлен против силы полезного сопротивления $F_{ПС}$. Для механизма согласно рисунку 1, а сила $F_{ПС}$ направлена снизу вверх. Следовательно, рабочий ход ползуна «С» направлен 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. Изложим суть метода засечек применительно к механизму в соответствии с рисунком 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 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.

Для механизма в соответствии с рисунком 1, а. нужно применять наиболее сложную версию метода засечек. Для других механизмов могут быть пригодны более простые версии метода засечек. Таким образом, для многих механизмов на плане положений имеем 13 положений. Это 12 положений через 30° угла поворота кривошипа и дополнительно тринадцатое положение, соответствующее концу рабочего хода. Тринадцатое положение вклинивается между какими-либо двумя положениями. Для некоторых механизмов конец рабочего положения совпадает с одним из построенных двенадцати положений. Для этих механизмов имеем двенадцать положений на плане положений механизма.

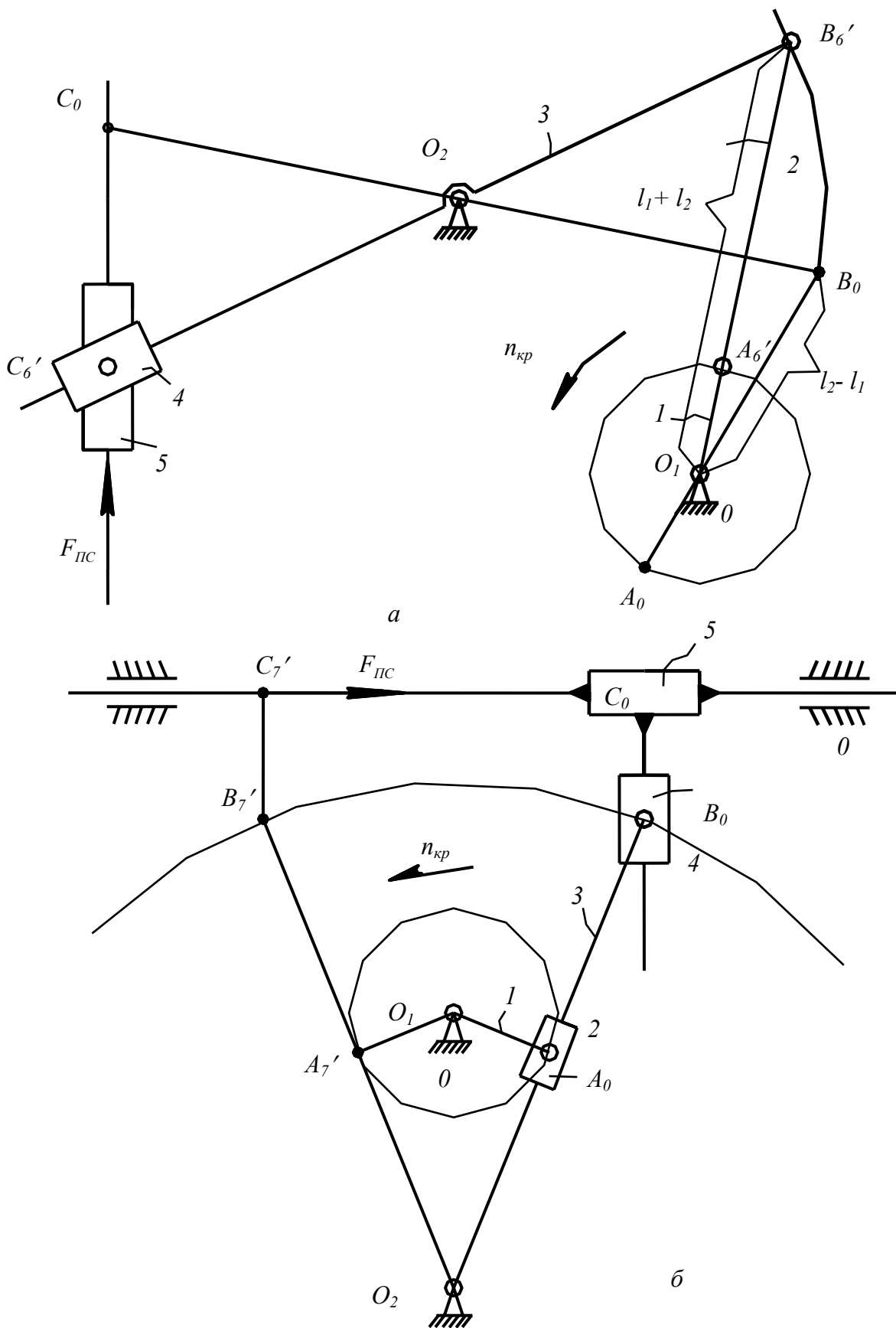


Рисунок 1 – Определение крайних положений:
 а – метод засечек, б – метод касательных

1.3 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 . Чертим 12 положений механизма через 30° угла поворота кривошипа начиная от A_0 . Конец рабочего хода в данном примере располагается после 7-го положения. Это тринадцатое положение.

1.4 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.

1.5 Определение крайних положений механизма методом последовательных приближений

Для многих механизмов, например для механизма в соответствии с рисунком 2, а невозможно применить ни метод засечек, ни метод касательных. Остается лишь 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 прочерчивают несколько положений близких к первоначальному. Из нескольких положений выбирают одно, которое соответ-

ствуется начальному положению выходного звена. Остальные положения стирают и строят еще 11 положений механизма через 30° угла поворота кривошипа. Конец рабочего хода отыскивают тем же способом. 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 $V'_д$. Далее смотрят, куда направлена скорость $V'_д$. 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 $V'_д$ 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 $V''_д$. Если скорости $V''_д$ и $V'_д$ направлены в разные стороны, то третье приближение находим линейным интерполированием. При этом находим угол между положениями кривошипа $\varphi_{кр}$ в первом и третьем приближениях, отложенный в сторону второго приближения:

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

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

Известно, что в большинстве случаев метод интерполирования является более точным, чем метод экстраполирования. Поэтому мы рекомендуем применять метод интерполирования, если даже для этого придется строить дополнительное положение механизма.

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-е 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 скоростей $V'_д$ и $V''_д$ будут стоять скорости точки «Д» в двух соседних положениях, где $V_д$ 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. Пусть A' – первое приближение. После построения плана скоростей получаем, что скорость $V'_д$ направлена вниз, т.е. по рабочему ходу. Следовательно, мы «проскочили» нулевое положение. Тогда положение A'' находим поворотом кривошипа O_1A против вращения кривошипа на 30° . После построения плана скоростей для второго приближения получаем, что скорость $V''_д$ направлена вверх. Третье приближение (положение A_0) получаем линейным интерполированием по формуле (1), так как скорости $V''_д$ и $V'_д$ направлены в разные стороны. В этом случае угол между положениями кривошипа в первом и третьем приближениях, отложенный в сторону второго приближения равен:

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

здесь $V'_д = 6,5$ мм и $V''_д = 10$ мм – чертежные значения скоростей в точке Д при первом и втором приближениях, полученные по плану скоростей.

Заметим, что в формуле (1) значения скоростей можно брать как длину вектора скорости без умножения на масштаб, так как он при расчете сократится.

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

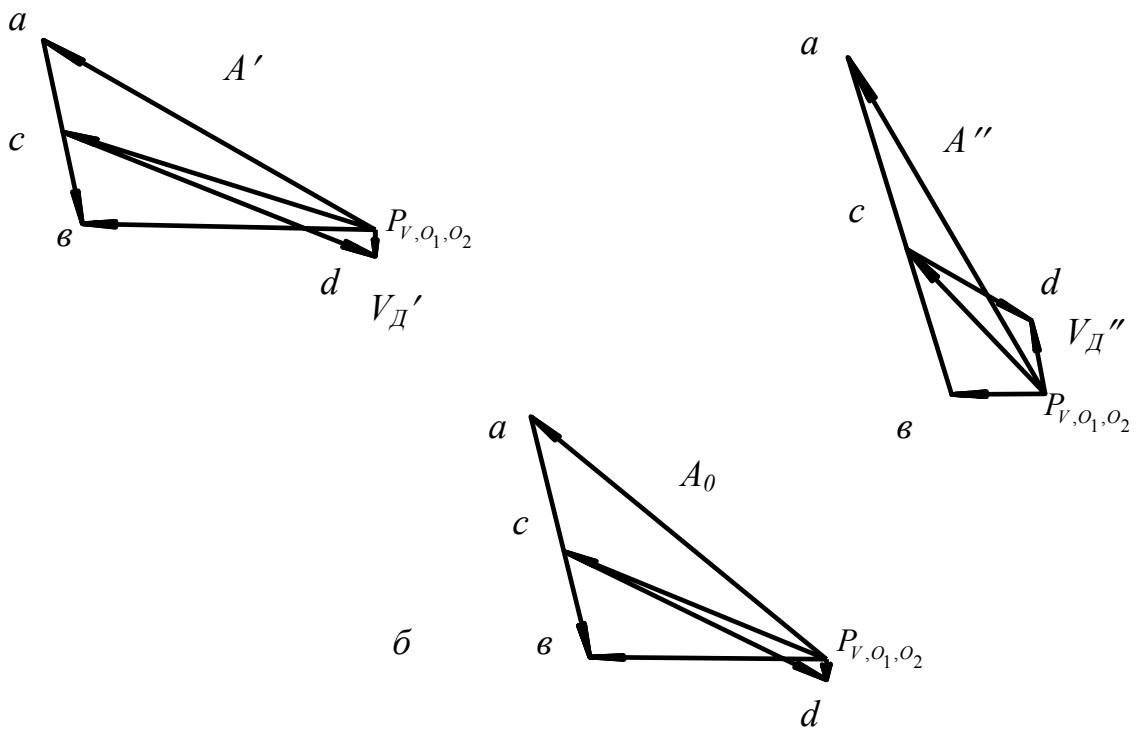
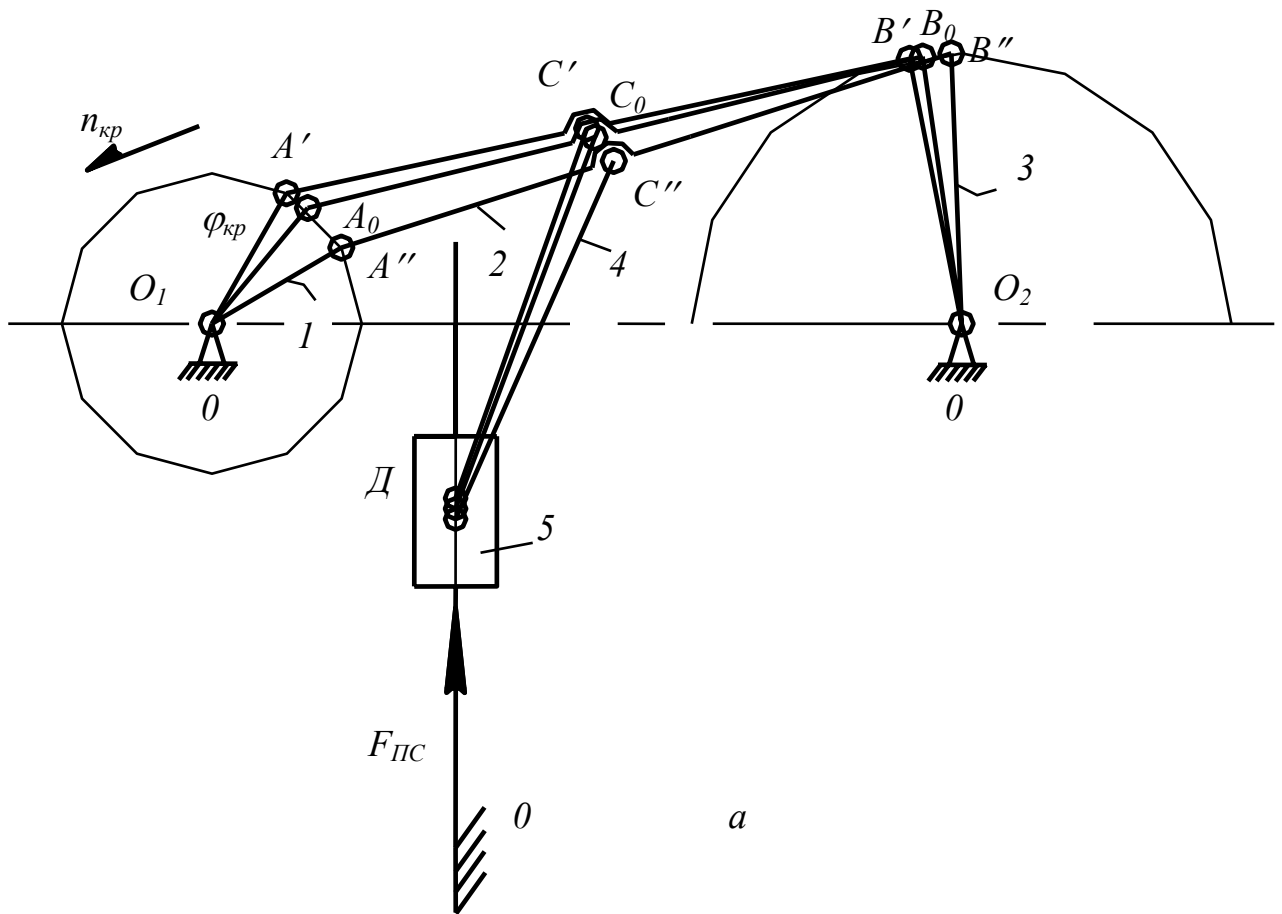


Рисунок 2 – Метод последовательных приближений по скоростям: a – план положений, b – планы скоростей

Список использованных источников

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин: учебник для вузов / И.И. Артоболевский. – Изд. 4-е перераб. и доп. – М.: Наука, 1988. – 639 с.: ил. – ISBN 5-02-013810-X.
2. Фролов, К.В. Теория механизмов и машин: учебник для вузов/ К.В. Фролов, [и др.]; под общ. ред. К.В. Фролова. – М.: Высшая школа, 1987. – 495 [1] с.: ил.
3. Кореняко, А.С. Теория механизмов и машин: учебник для вузов/ А.С. Кореняко. – Киев: Вища школа, 1976. – 444 с.: ил.
4. Попов, С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин: учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / под ред. К.В. Фролова. – М: Высшая школа, 1986. – 294 [1] с.: ил.
5. Левицкая, О.Н. Курс теории механизмов и машин: учебное пособие для механических специальностей вузов / О.Н. Левицкая, Н.И. Левицкий. – 2-е изд. перераб. и доп. – М: Высшая школа, – 1985.– 279 с.: ил.
6. Муллабаев, А.А. Нахождение крайних положений механизмов методом последовательных приближений: методические указания к выполнению курсового проекта по теории механизмов и машин / А.А. Муллабаев. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 9 с. – (Зарегистрировано в НМО УМУ ГОУ ОГУ как учебно-методическое издание. Рег. уч. №26М09102005).