

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический
университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра прикладной механики

АНАЛИЗ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Методические указания к практической работе по механике
для студентов направлений 280700.62, 140100.62,
специальности 130101.65 и по прикладной механике
для студентов специальности 130400.65

Составитель В. Н. Ермак

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 10 от 30.04.2013

Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 130400.65
Протокол № 14 от 28.06.2013

Электронная копия хранится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2013

Цель и содержание работы

Цель работы – дальнейшее (после курса теоретической механики) развитие кинематического мышления.

С этой целью для плоского четырехзвенного механизма, необходимо определить вид и направление движения каждого звена относительно стойки; для точки, выбранной в произвольном месте чертежа и принадлежащей различным звеньям, указать направление скорости.

Такой же анализ необходимо произвести относительно каждого из подвижных звеньев механизма.

Краткие сведения из теории

Как известно из теоретической механики, все движения делятся на абсолютные и относительные. В теории механизмов и машин *абсолютным* считается движение относительно стойки. Движения по отношению к любым другим звеньям и системам отсчёта считаются *относительными*.

Анализ абсолютных движений

Анализ начинают с задания направления движения входного звена. В данной работе входным считается звено, снабжённое рукояткой. Этому звену присваивают номер 1.

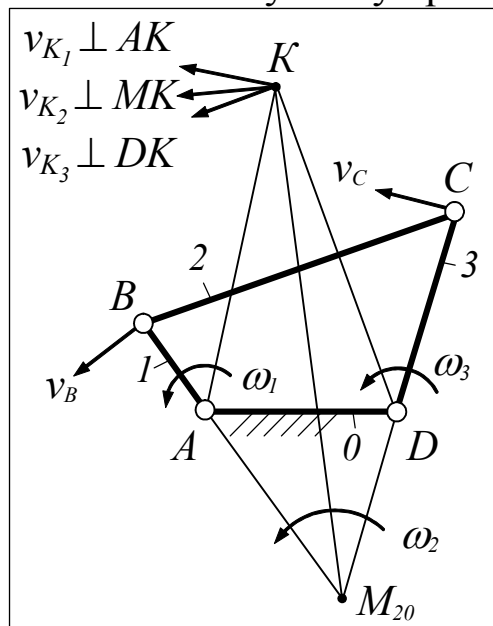


Рис. 1

Определить вид движения звена плоского механизма – это значит отнести его к вращательному, поступательному или плоскопараллельному. Так звенья 1 и 3 (рис. 1) совершают вращательное движение. Звено 2 движется плоскопараллельно. Плоскопараллельное движение сводится к вращению вокруг мгновенного центра вращения (МЦВ). Для звена 2 этот центр находится в точке M_{20} , лежащей на пересечении перпендикуляров к скоростям v_B и v_C звена 2. Первая цифра индекса в обозначении M_{20} отвечает

на вопрос «центр вращения, какого звена?», вторая – на вопрос «относительно какого?».

При анализе движений довольно часто приходится иметь дело с точками, расположенными в одном месте, но принадлежащими разным звеньям. Эти точки можно представить себе как следы от прокола воображаемых материальных плоскостей, каждая из которых связана со своим звеном. Так, прозив плоскости в точке K (см. рис. 1), получают проколы K_0, K_1, K_2, K_3 , принадлежащие звеньям $0, 1, 2, 3$, соответственно.

Для тренировки в умении следить за движением отмеченных точек указывают направления их скоростей v_{K_1}, v_{K_2} и v_{K_3} . При любом виде движения скорости направлены по касательной к траектории. При вращательном и плоскопараллельном движениях касательная перпендикулярна кратчайшему расстоянию от центра вращения – постоянного или мгновенного – до точки. Эта особенность избавляет исследователя от построения траектории.

Анализ относительных движений

Анализ движения механизма относительно какого-либо подвижного звена – звена *отсчёта движений* – означает изучение движения с точки зрения наблюдателя, неизменно связанного со звеном отсчёта. Чтобы справиться с такой сложной задачей, на помощь привлекают логику.

1) Если наблюдатель неподвижен относительно звена отсчёта, то справедливо и обратное: звено отсчёта неподвижно относительно наблюдателя. На этом основании звено отсчёта делают (изображают на отдельной картине) неподвижным.

2) Наблюдатель движется относительно стойки, значит, и стойка движется относительно наблюдателя. Исходя из этого, стойку освобождают.

3) Где бы ни размещался наблюдатель, взаимное движение любых двух звеньев остаётся неизменным. На этом основании по картине абсолютного движения устанавливают направление этого взаимного движения (сближение, удаление) и переносят его на картину относительных движений. Дальше задачу решают, как при анализе абсолютных движений.

Способ анализа, описанный в пунктах 1...3, равносителен перезакреплению или перестановке работающего механизма на звено отсчёта движений, поэтому данный способ называют *методом перестановки механизма на звено отсчёта движений*.

Пример. Требуется проанализировать движение механизма относительно звена 2 (рис. 2, а).

В соответствии с методом, рассмотренным выше, механизм переставляют на звено 2 (рис. 2, б). Покачивая цепь 1, 0, 3 из стороны в сторону, анализируют, какие расстояния и углы между звеньями меняются наиболее существенно. К таковым можно отнести расстояния AC , BD , а также углы β и γ .

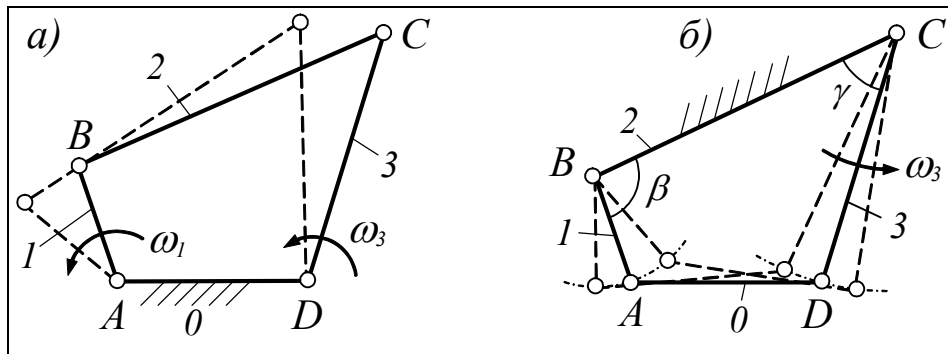


Рис. 2

На картине абсолютных движений (рис. 2, а) указанные углы меняются слабо и потому не могут служить надёжным ориентиром в определении направления относительного движения. Из расстояний наиболее значительно меняется BD : оно увеличивается. Точно так же должно меняться это расстояние и на картине относительных движений (рис. 2, б).

Чтобы BD увеличивалось, звено 3 следует вращать в сторону ω_3 . Дальнейший анализ проводят, как для абсолютных движений. Результаты анализа приведены на рис. 4, з.

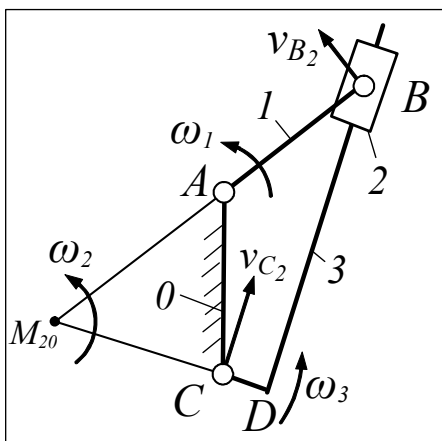


Рис. 3

При наличии в механизме поступательной пары отыскание МЦВ иногда вызывает затруднение, характерный пример которого показан на рис. 3.

Звено 2 совершает плоскопараллельное движение. Для отыскания МЦВ звена 2 необходимо указать направления скоростей каких-либо двух точек этого звена. Первая скорость — v_{B_2} очевидна, она перпендикулярна AB . Вторую скорость — v_{C_2} находят из разложения плоскопараллельного движения звена 2 на вращательное со звеном 3 и поступательное относительно звена 3. За счёт вращения точка C_2 скорости не имеет, за счёт поступательного движе-

ния та же точка имеет скорость v_{C_2} , параллельную BD . На пересечении перпендикуляров к скоростям v_{B_2} и v_{C_2} получают мгновенный центр вращения M_{20} звена 2 относительно звена 0.

Центр M_{ij} всегда располагается там же, где M_{ji} . Используйте это совпадение только для самоконтроля, а не для поиска одного центра по известному положению другого.

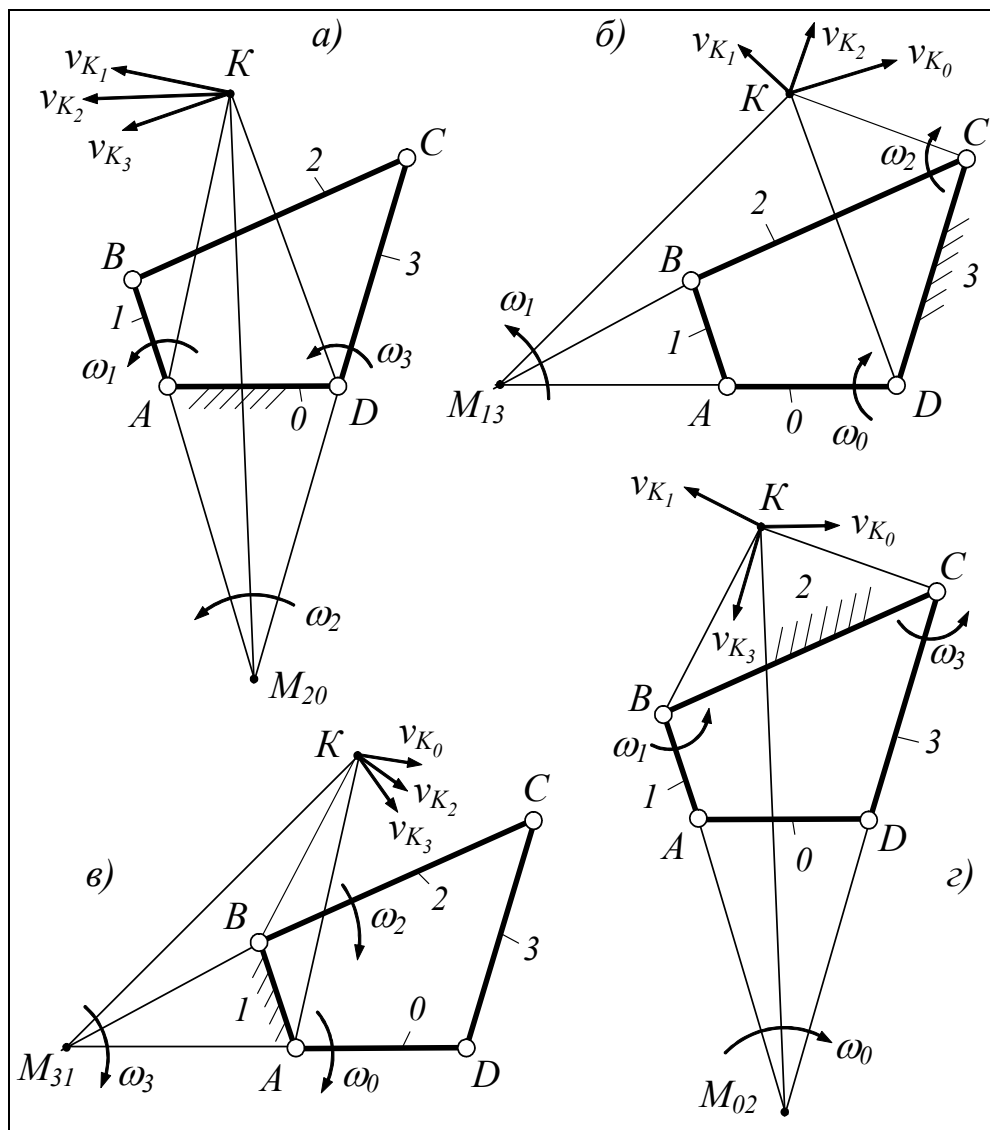


Рис. 4

Порядок работы

1. Срисовать схему предложенного механизма.
2. Произвести анализ абсолютных движений всех звеньев. В стороне от схемы отметить точку K и указать скорость этой точки для различных звеньев.
3. Аналогично предыдущему произвести анализ движений относительно каждого из подвижных звеньев механизма.

Требования к отчету

Отчет выполняется на листах формата А4 В отчете должны быть приведены:

- схема механизма;
- схемы определения скорости точки K относительно различных звеньев;
- схемы анализа движений относительно каждого из подвижных звеньев механизма.

Пример отчета представлен на рис. 4.

Список рекомендуемой литературы

1. Теория механизмов и машин (краткий курс) [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Н. Ермак; ФГБОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева" - Кемерово, 2011 –164 с. <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90546&type=utchposob:common>
2. Артоболевский, И. И. Теория машин и механизмов / И. И. Артоболевский, Москва: Альянс, 2008. – 640 с.
3. Ермак В.Н. Лекции по теории механизмов и машин: Учеб. пособие / Ермак В.Н. / Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 1999. – 218 с.

Составитель
Ермак Владимир Николаевич

АНАЛИЗ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Методические указания к практической работе по механике
для студентов направлений 280700.62, 140100.62,
специальности 130101.65 и по прикладной механике
для студентов специальности 130400.65

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 27.06.2013 Формат 60×84/16

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе

Уч.-изд. л. 0,5. Тираж 101 экз. Заказ _____

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28
Типография КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а