

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

Кафедра информационных и автоматизированных
производственных систем

Анализ относительных движений

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «**Теория механизмов и машин**»
для обучающихся направлений подготовки
15.03.05 (ТМ), 15.03.01 (ТС), 18.03.02 (ХМ), 23.03.03 (МА)

Составитель В. Н. Ермак
Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 8 от 02.04.2019
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
направления подготовки 23.03.03
Протокол № 13 от 08.04.2019
Электронная копия хранится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2019

Цель и содержание работы

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

С этой целью для плоского четырёхзвенного 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.

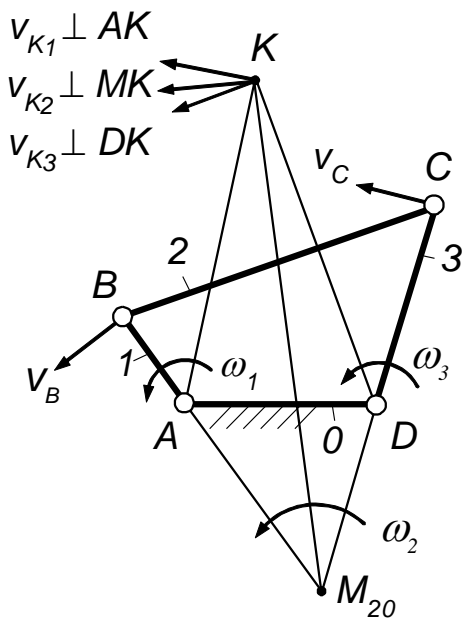


Рис. 1

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, произвед 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 от-

счёта движений, поэтому данный способ называют *методом перестановки*.

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 .

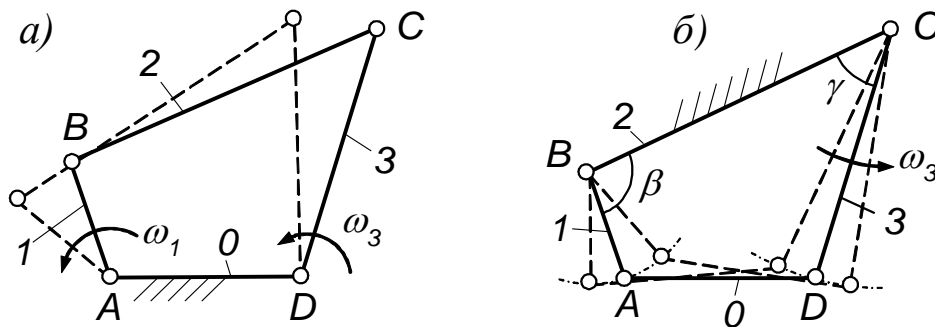


Рис. 2

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).

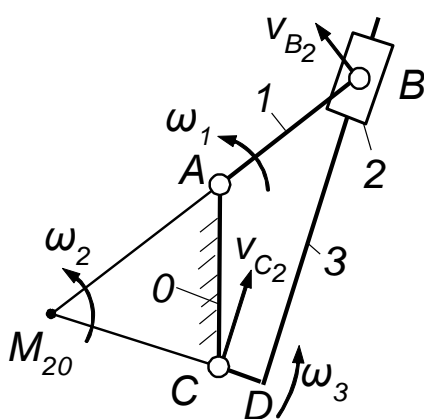


Рис. 3

Чтобы BD увеличивалось, звено 3 следует вращать в сторону ω_3 . Дальнейший анализ проводят, как для абсолютных движений.

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_{B2} очевидна, она перпендикулярна AB . Вторую скорость — v_{C2} находят из разложения пло-

скопараллельного 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 движения 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.

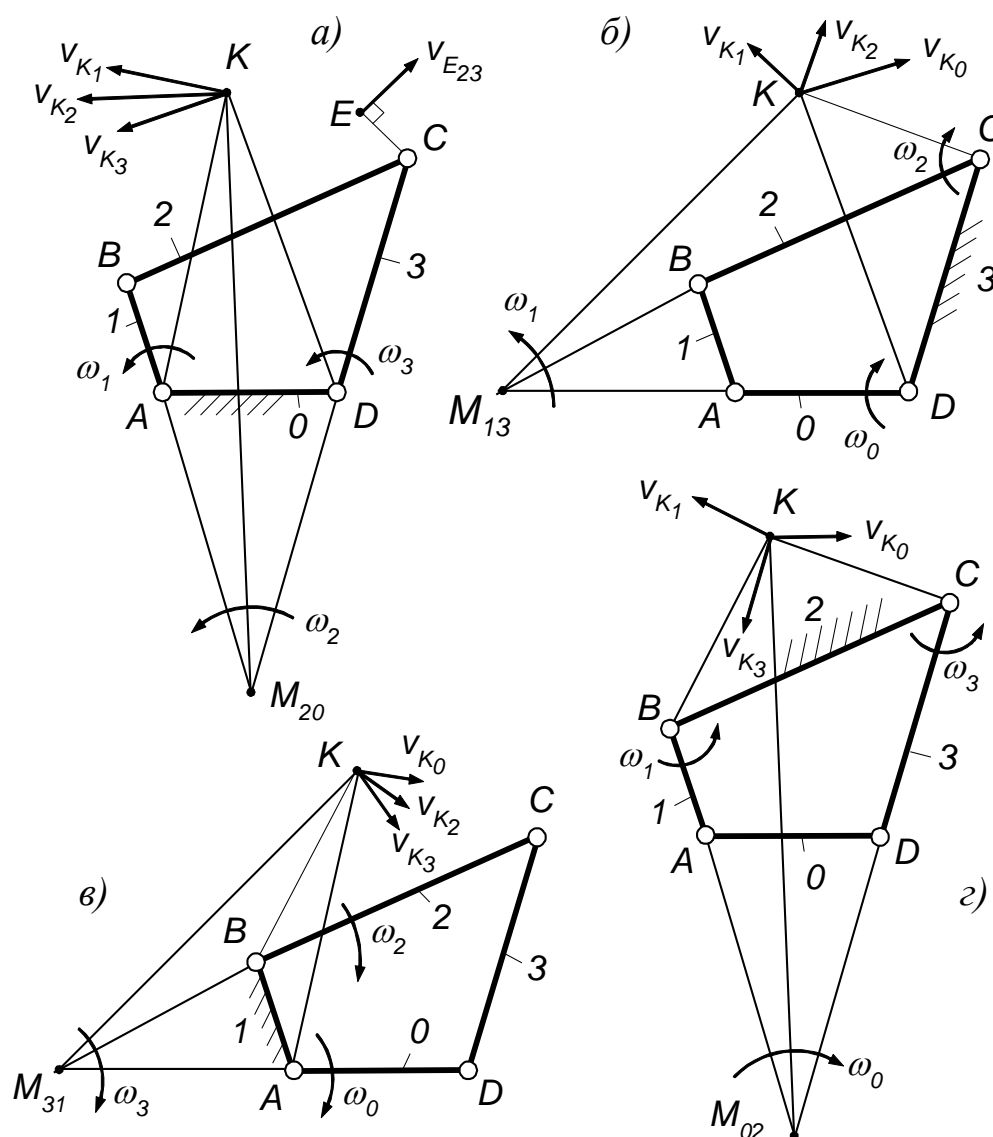


Рис. 4

После упражнений, показанных на рис. 4, студент должен уметь определять скорость любой точки относительно любого звена — глядя при этом только на картину абсолютного движения. Напри-

мер, ответ на вопрос: как направлена скорость $v_{E_{23}}$ – точки E звена 2 относительно звена 3, выглядит, как показано на рис. 4, a .

Порядок работы

1. Срисовать схему предложенного механизма.
2. Произвести анализ абсолютных движений всех звеньев.
3. В стороне от схемы отметить точку K и указать скорость этой точки для различных звеньев.
4. Аналогично предыдущему произвести анализ движений относительно каждого из подвижных звеньев механизма.
5. Отчёт оформить, как показано на рис. 4.

Контрольные вопросы

1. Какое движение называется абсолютным?
2. Перечислите виды плоского движения.
3. Что называется мгновенным центром вращения?
4. Определите направление абсолютной скорости точки, заданной преподавателем.
5. Определите направление скорости той же точки относительно подвижного звена, заданного преподавателем.

Составитель
Владимир Николаевич Ермак

Анализ зубчатых передач

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «**Теория механизмов и машин**»
для обучающихся направлений подготовки
15.03.05 (ТМ), 15.03.01 (ТС), 18.03.02 (ХМ), 23.03.03 (МА)

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 03.06.2019. Формат 60×84/16
Бумага белая офсетная. Отпечатано на ризографе
Уч.-изд. л. 0,3. Тираж 30 экз. Заказ _____
КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28
Издательский центр УИП КузГТУ, 650000, Кемерово,
ул. Д. Бедного, 4а