

**Гурвич Юрий Абрамович (Gurvich Yuriy Abramovich):** Республика Беларусь, г. Минск, Белорусский Национальный Технический Университет, кандидат технических наук, доцент кафедры "Теоретическая механика", доцент

**Макаревич Валентина Александровна (Makarevich Valentina Aleksandrovna) :** Республика Беларусь, г. Минск, Белорусский Национальный Технический Университет.

**Тимошенко Екатерина Владимировна (Tsimoshenko Katsiaryna Vladimirovna) :** Республика Беларусь, г. Минск, Белорусский Национальный Технический Университет.

УДК 531.3.114:371.3

## **Синтез кинематики сложного движения точки**

Хорошо известно, что все задачи проектирования машин, их узлов и механизмов всегда многокритериальные и представляют собой задачи многокритериального синтеза. Однако, многие задачи проектирования машин и их узлов, несмотря на многокритериальность, до сих пор рассматриваются как однокритериальные.

В курсах теоретической механики, читаемых студентам различных технических специальностей и также в рекомендуемой им литературе отсутствует изложение методик решения задач синтеза, а присутствует лишь описание методик решения задач анализа. Следовательно, произошел разрыв между знаниями студентов, полученными в процессе обучения в Вузе и теми знаниями, которые необходимы им на практике. Это является одной из причин, когда выпускник Вуза не может сразу включиться в процесс создания и модернизации машин, так как должен достаточно долго повышать собственную квалификацию.

Предлагаемая методика решения задач синтеза сложного движения точки направлена на повышение эффективности обучения механике студентов первого и второго курса и для развития у них навыков, необходимых при проектировании новых машин и технологий.

В качестве критерия в задачах синтеза используется одно из значений абсолютного ускорения точки  $\vec{a}_i (i=1,24)$  - возможные комбинации сочетаний по одному, по два, по три, по четыре слагаемых, и только одно содержит пять слагаемых, причем  $a_1=0$ , а  $a_{24}$  содержит  $(\vec{a}_r^r, \vec{a}_r^n, \vec{a}_e^r, \vec{a}_e^n, \vec{a}_k)$ .

Рассмотрим общее решение задачи синтеза сложного движения точки.

Дано: критерий - одно из 24-х значений  $\vec{a}_i$ .

Требуется определить характеристики простых движений:  $r, e, S_r=B_1 \cdot t^n, S_e=B_2 \cdot t^m$  или  $\varphi_e=B_3 \cdot t^m, n, m, \alpha, \beta, \gamma, \psi, \xi, \theta$  и сформировать схемы сложного движения точки, соответствующих данному критерию. Здесь:  $r$  - относительное движение точки (прямолинейное или

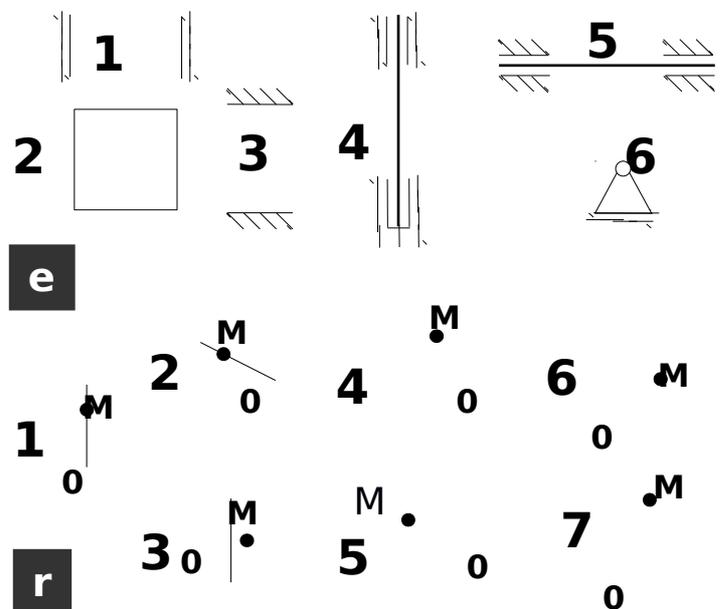
криволинейное);  $e$  - переносное движение (поступательное прямолинейное, поступательное криволинейное или вращательное);  $S_r, S_e$  или  $\varphi_e$  - законы относительного, переносного (поступательного или вращательного) движений;  $n, m$  - целые числа;  $B_j (j=\overline{1,3})$  - постоянные положительные коэффициенты;  $\alpha = (\widehat{\vec{\omega}_e, \vec{V}_r})$ ;  $\beta = (\widehat{\vec{a}_r^r, \vec{a}_e^r})$ ;  $\gamma = (\widehat{\vec{a}_r^n, \vec{a}_e^r})$ ;  $\varphi = (\widehat{\vec{a}_r^r, \vec{a}_e^n})$ ;  $\varepsilon = (\widehat{\vec{a}_r^n, \vec{a}_e^n})$ ;  $\theta = (\widehat{\vec{a}_r^r, \vec{a}_e^n})$ ; угол  $\alpha$  может принимать одно из трех значений - " $=k\pi$ ", " $\neq k\pi$ ", "не существует",  $k=0,1$ ; каждый из углов  $\beta, \gamma, \psi, \xi, \theta$  может принимать одно из трех значений - " $=\pi/2$ ", " $\neq \pi/2$ ", "не существует".

В данной работе представлены три типа сложности задач в зависимости от вида критерия  $\vec{a}_i$ . Для каждого типа задачи составлены таблицы, содержащие различные характеристики простых движений. Рядом с таблицами приведены простые элементы конструкций, из которых в дальнейшем будут формироваться различные схемы движения.

Для решения задач каждого из трёх типов необходимо: выбрать из представленных таблиц характеристики относительного ( $r$ ) и переносного ( $e$ ) движений и сформировать из отдельных элементов схемы сложного движения точки  $M$  (построение схем начинаем с переносного движения) в соответствии с критериями - числом и видом слагаемых ее абсолютного ускорения  $\vec{a}_i$ . Показать на схемах векторы слагаемых абсолютного ускорения точки и векторы  $\vec{\omega}_e, \vec{V}_e, \vec{V}_r$ .

Тип 1:

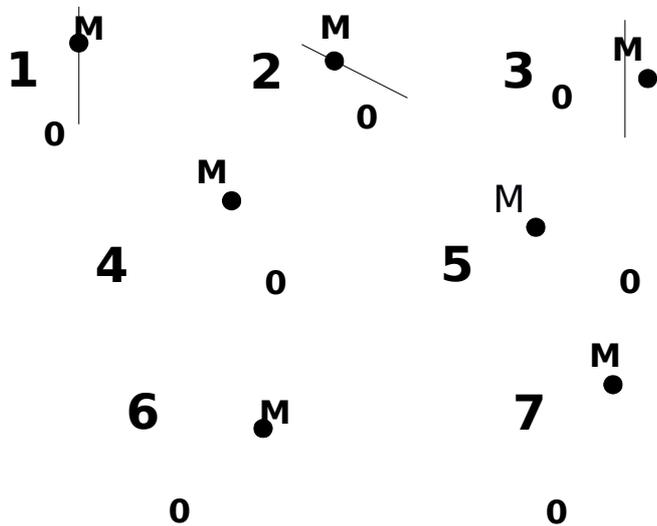
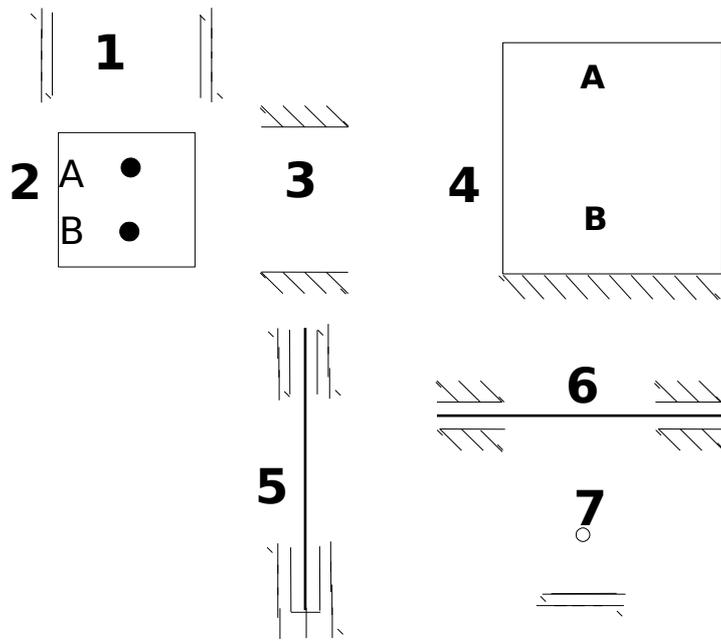
$r$	прямолинейное	1
$r$	криволинейное	2
$r$	$S_r = B_1 t^n$	3
$n$	$n=1$	4
$n$	$n=2$	5
$e$	поступ. прямолин.	6
$e$	вращательное	7
$e$	$S_e = B_2 t^m$	8
$e$	$\varphi_e = B_3 t^m$	9
$m$	$m=1$	10
$m$	$m=2$	11
$\alpha$	$=k\pi, k=0,1$	12
$\alpha$	$\neq k\pi, k=0,1$	13
$\alpha$	не существует	14



В отличие от задач типа 1, в задачах типа 2 и 3 появляется возможность построения схем с переносным поступательно - криволинейным движением: например, перемещение рамки 2 по телу 4 (предварительно, рамка 2 своими выступами А и В вставляется в пазы А и В тела 4).

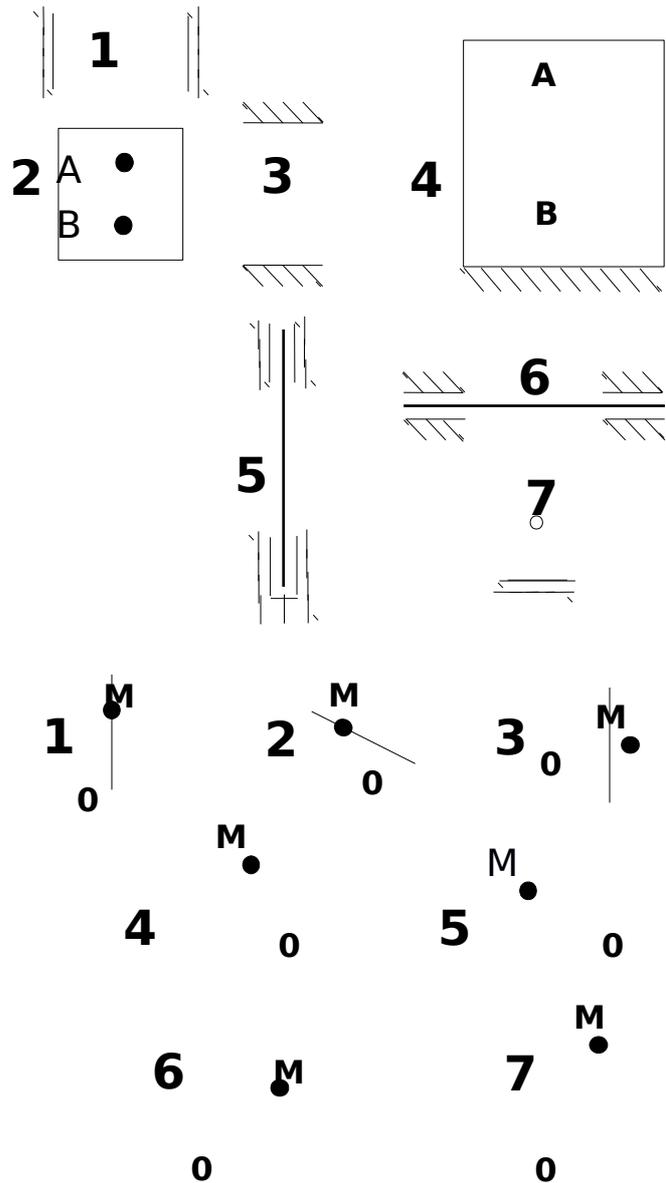
Тип 2:

$\angle(\vec{a}_r, \vec{a}_e) = \pi/2$ $(\vec{a}_r, \vec{a}_e) \neq \pi/2$		
$r$	линейное	1
$r$	криволинейное	2
$r$	$S_r = B_1 t^n$	3
$n$	$n=1$	4
$n$	$n=2$	5
$e$	поступ. прямолин.	6
$e$	поступ. криволин.	7
$e$	вращательное	8
$e$	$S_e = B_2 t^m$	9
$e$	$\varphi_e = B_3 t^m$	10
$m$	$m=1$	11
$m$	$m=2$	12
$\alpha$	$=k\pi, k=0,1$	13
$\alpha$	$\neq k\pi, k=0,1$	14
$\alpha$	не существует	15
$\beta$		16
$\beta$		17
$\beta$	не существует	18
$\gamma$		19
$\gamma$		20
$\gamma$	не существует	21



Тип 3:

$r$	прямолинейное	1
$r$	криволинейное	2
$r$	$S_r=B_1t^n$	3
$n$	$n=1$	4
$n$	$n=2$	5
$e$	поступ. прямолин.	6
$e$	поступ. криволин.	7
$e$	вращательное	8
$e$	$S_e=B_2t^m$	9
$e$	$\varphi_e=B_3t^m$	10
$m$	$m=1$	11
$m$	$m=2$	12
$\alpha$	$=k\pi, k=0,1$	13
$\alpha$	$\neq k\pi, k=0,1$	14
$\alpha$	не существует	15
$\beta$		16
$\beta$		17
$\beta$	не существует	18
$\gamma$		19
$\gamma$		20
$\gamma$	не существует	21
$\Psi$		22
$\Psi$		23
$\Psi$	не существует	24
$\xi$		25
$\xi$		26
$\xi$	не существует	27
$\theta$		28
$\theta$		29
$\theta$	не существует	30



Задачам синтеза присуща многозначность решений. Например, критерию  $\vec{a}=\vec{a}_e^n$ , будут соответствовать две схемы: с переносным поступательным криволинейным движением и с переносным вращательным движением, что дает дополнительные возможности проектировщику для принятия окончательного решения.

Решая одну из задач синтеза, студент практически осуществляет постановку всех задач анализа соответствующих заданному критерию. Уже одно это обстоятельство резко повышает уровень знаний студента.

Применение в учебном процессе новой методики многокритериального синтеза способствует формированию современного мышления студента, повышает эффективность обучения. Приобретенные навыки помогут будущему специалисту успешно решать задачи проектирования механизмов с заранее заданными свойствами, принимать наилучшее из всех возможных решений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гурвич Ю.А. Практические, научные и методические предпосылки//Теоретическая и прикладная механика: сб. науч. трудов. Под ред. И.П. Филонова.- Мн.: УП «технопринт», 2002.- С.45-52
2. Гурвич Ю.А. Синтез кинематики и динамики сложного движения точки//Теоретическая и прикладная механика: сб. науч. трудов. Под ред. И.П. Филонова.- Мн.: УП «технопринт», 2002.- С.57-61