

РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
АВТОМАТИЧЕСКОГО СБОРОЧНОГО МОДУЛЯ

Брусникин Г.Г., Кульбида О.О. (каф. ТМ, ГВУЗ «ДонНТУ», г.Донецк, Украина)

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. Важно качественно, экономично и с минимальными затратами труда изготовить машину. Одним из путей решения этих задач является автоматизация производственных процессов. И если автоматизации процессов механической обработки уделено много внимания, то сборочные процессы отстают по степени механизации и автоматизации серьезно. Механизация в сборке составляет 40%, а автоматизация 5...6%.

Слабая механизация и автоматизация сборочных процессов в машиностроении объясняется недостаточной технологичностью собираемых изделий, отсутствием типовых устройств для автоматизации сборки, нестабильностью размеров собираемых деталей изделия.

В общем случае сборка – это образование разъемных или неразъемных соединений составных частей детали или изделия. На сборку в машиностроении приходится до 40-60% общей трудоемкости изготовления изделий [1, 2], причем именно в процессе сборки, как на завершающем этапе производства, проявляются все погрешности предыдущей механической обработки деталей. Качество сборки значительно влияет на эксплуатационные качества машины, на ее надежность и долговечность.

В массовом и крупносерийном производстве сборка часто производится на сборочных автоматах. Рассмотрим сборку для нескольких видов соединений: соединение по цилиндрической поверхности, соединение по плоским поверхностям, резьбовое соединение. Как известно [3], движение предметов при сборке в модуле можно описать множеством функций. Для проведения кинематического анализа каждое из соединений рассмотрим в декартовой системе координат, в которой детали имеют возможность совершать поступательные движения вдоль осей – α и вращательные движения – β . Для удобства представления информации результаты анализа сведем в таблицу 1.

Проанализировав приведенные в таблице схемы и формулы можно составить обобщенные формулы, описывающие законы движения собираемых единиц для различных видов сборки.

Для сборки соединений по цилиндрической поверхности закон движения собираемых единиц имеет вид:

$$F_{\alpha} = \{q_{[\alpha \wedge \beta]}\} \cup \{p_{[\alpha \wedge \beta]}\},$$

где $\{q_{[\alpha \wedge \beta]}\}$ – множество движений детали q ;

$\{p_{[\alpha \wedge \beta]}\}$ – множество движений детали p .

Для сборки резьбовых соединений закон движения собираемых единиц имеет вид:

$$F_p = \{rq_{[\alpha \wedge \beta]}\} \cup \{rp_{[\alpha \wedge \beta]}\},$$

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

где $\{rq_{[\alpha \wedge \vee \beta]}\}$ - множество движений детали rq ;

$\{rp_{[\alpha \wedge \vee \beta]}\}$ - множество движений детали rp ;

Для сборки соединений по плоской поверхности закон движения собираемых единиц имеет вид:

$$F_{\Pi} = \{lq_{[\alpha \wedge \vee \beta]}\} \cup \{lp_{[\alpha \wedge \vee \beta]}\},$$

где $\{lq_{[\alpha \wedge \vee \beta]}\}$ - множество движений детали lq ;

$\{lp_{[\alpha \wedge \vee \beta]}\}$ - множество движений детали lp .

Таблица 1. Варианты кинематических схем сборки

1. Цилиндрические соединения:			
1.1	$[q_{\beta y} \cup p_{\alpha x}]$	1.9	$[q_{\alpha x \beta y} \cup p_{\alpha x \beta y}]$
1.2	$[q_{\alpha x} \cup p_{\beta y}]$	1.10	$[q_{\alpha x \beta x} \cup p_{\alpha x}]$
1.3	$[q_{\alpha x \beta y} \cup p]$	1.11	$[q_{\alpha x} \cup p_{\alpha x \beta x}]$
1.4	$[q \cup p_{\alpha x \beta y}]$	1.12	$[q_{\alpha x \beta x} \cup p_{\alpha x \beta x}]$
1.5	$[q \cup p_{\alpha x \beta x}]$	1.13	$[q \cup p_{\alpha x}]$
1.6	$[q_{\alpha x \beta x} \cup p]$	1.14	$[q_{\alpha x} \cup p]$
1.7	$[q_{\alpha x \beta y} \cup p_{\alpha x}]$	1.15	$[q_{\alpha x} \cup p_{\alpha x}]$
1.8	$[q_{\alpha x} \cup p_{\alpha x \beta y}]$	1.16	$[q_{\alpha x} \cup p_{\beta x}]$
		1.17	$[q_{\beta x} \cup p_{\alpha x}]$
2. Соединение с цилиндрической резьбой:			
2.1	$[rq \cup rp_{\alpha x \beta x}]$	2.5	$[rq_{\alpha x} \cup rp_{\alpha x \beta x}]$
2.2	$[rq_{\alpha x \beta x} \cup rp]$	2.6	$[rq_{\alpha x \beta x} \cup rp_{\alpha x}]$
2.3	$[rq_{\alpha x} \cup rp_{\beta x}]$	2.7	$[rq_{\alpha x \beta x} \cup rp_{\alpha x \beta x}]$
2.4	$[rq_{\beta x} \cup rp_{\alpha x}]$		

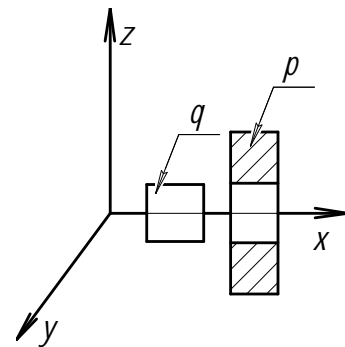


Рис. 1. Модуль цилиндрического соединения

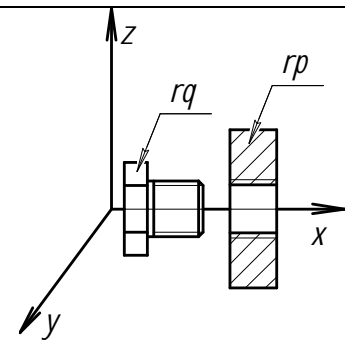


Рис. 2. Модуль соединения с цилиндрической резьбой

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Продолжение таблицы 1

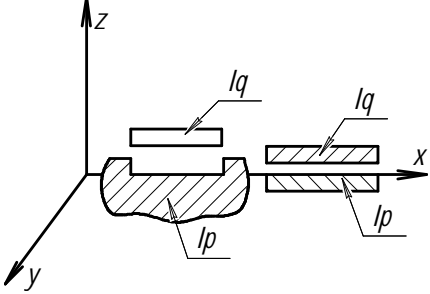
3. Соединение по плоским поверхностям					
3.1	$[lq \cup lp_{az}]$	3.14	$[lq \cup lp_{\beta y}]$	3.27	$[lq_{ay} \cup lp_{\beta z}]$
3.2	$[lq_{az} \cup lp]$	3.15	$[lq \cup lp_{\beta z}]$	3.28	$[lq_{\beta yax} \cup lp]$
3.3	$[lq \cup lp_{ay}]$	3.16	$[lq_{\beta z} \cup lp_{\beta z}]$	3.29	$[lq \cup lp_{\beta yax}]$
3.4	$[lq_{ay} \cup lp]$	3.17	$[lq_{\beta x} \cup lp_{\beta x}]$	3.30	$[lq_{\beta yax} \cup lp_{ax}]$
3.5	$[lq_{ax} \cup lp]$	3.18	$[lq_{\beta y} \cup lp_{\beta y}]$	3.31	$[lq_{az} \cup lp_{\beta yax}]$
3.6	$[lq \cup lp_{ax}]$	3.19	$[lq_{\beta x} \cup lp_{ay}]$	3.32	$[lq \cup lp_{\beta yax}]$
3.7	$[lq_{az} \cup lp_{az}]$	3.20	$[lq_{\beta y} \cup lp_{ax}]$		
3.8	$[lq_{ay} \cup lp_{ay}]$	3.21	$[lq_{\beta z} \cup lp_{ax}]$		
3.9	$[lq_{ax} \cup lp_{ax}]$	3.22	$[lq_{\beta z} \cup lp_{ay}]$		
3.10	$[lq_{\beta x} \cup lp]$	3.23	$[lq_{\beta z} \cup lp_{az}]$		
3.11	$[lq_{\beta y} \cup lp]$	3.24	$[lq_{ax} \cup lp_{\beta y}]$		
3.12	$[lq_{\beta z} \cup lp]$	3.25	$[lq_{ay} \cup lp_{\beta x}]$		
3.13	$[lq \cup lp_{\beta x}]$	3.26	$[lq_{ax} \cup lp_{\beta z}]$		

Рис. 3. Модуль соединения по плоским поверхностям

Общее выражение кинематики функционирования сборочного автомата имеет вид:

$$\Phi = F_p(t) \cup F_y(t) \cup F_n(t) \cup \dots \cup F_i(t) =$$

$$= \{q_{[\alpha \wedge \beta]}\} \cup \{p_{[\alpha \wedge \beta]}\} \cup \{rq_{[\alpha \wedge \beta]}\} \cup \{rp_{[\alpha \wedge \beta]}\} \cup \{lq_{[\alpha \wedge \beta]}\} \cup \{lp_{[\alpha \wedge \beta]}\} \cup \dots \cup \{iq_{[\alpha \wedge \beta]}\} \cup \{ip_{[\alpha \wedge \beta]}\},$$

где $F_i(t)$ - закон движения собираемых единиц для i -го вида сборки;

$\{iq_{[\alpha \wedge \beta]}\}$ - множество движений детали iq ;

$\{ip_{[\alpha \wedge \beta]}\}$ - множество движений детали ip .

Исключая те или иные составляющие в данном выражении можно получить частные формулы описывающие движения любой из собираемых единиц в процессе сборки. Таким образом, получена универсальная кинематическая модель функционирования сборочного автомата, позволяющая получить кинематику движения для собираемых единиц любой геометрии. Использование полученной модели может облегчить и ускорить процесс проектирования автоматического оборудования и разработки принципиально новых схем сборки изделий.

Список литературы: 1. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов / Новиков М.П. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с. 2. Лебедовский М.С. Научные основы автоматической сборки / Лебедовский М.С., Вейц В.Л., Федотов А.И. – Л.: Машиностроение, 1985. – 316 с. 3. Ищенко А.Л. Разработка методов структурного и параметрического синтеза технологических систем непрерывного действия для сборочных процессов: Автореф. дис. канд. техн. наук. Донецк. – 1998, ДГТУ.