

**О.Ю. КЛАДОВА**, доц. канд. техн. наук,  
**В.Н. САПРЫКИН**, проф., канд. техн. наук  
**И.Г. ШЕБАНОВ**, проф., канд. техн. наук. Национальный эрокосмический университет „ХАИ” им. Н.Е. Жуковского

**ОБЛАСТИ БЕЗУСЛОВНОГО СУЩЕСТВОВАНИЯ ЗАМКНУТЫХ ОДНОКОНТУРНЫХ И ДВУХКОНТУРНЫХ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ МЕХАНИЗМОВ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ЗУБЧАТЫМИ КОЛЕСАМИ**

Запропоновані області безумовного існування одноконтурних та двоконтурних замкнених раціональних планетарних механізмів.

The regions of existing of unicontur and bicontour rational closed planetary gears are presented

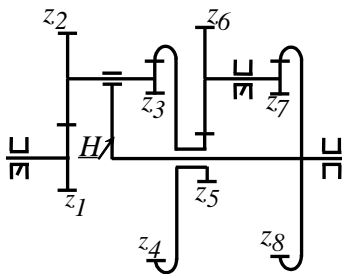
**Постановка проблемы.** Отсутствие заранее построенных областей безусловного существования замкнутых рациональных планетарных механизмов значительно снижает качество их синтеза, одновременно увеличивая сроки проектирования.

**Анализ литературы.** Формированию областей безусловного существования различных типов планетарных механизмов посвящены работы [1, 2, 3, 4]. Однако до сих пор не предложены такие области для замкнутых планетарных механизмов, удовлетворяющих требованиям авиационных устройств и робототехники.

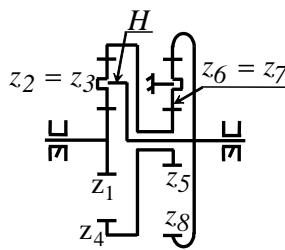
**Цель статьи.** Частично устранить отмеченный недостаток, представив области безусловного существования ряда одноконтурных и двухконтурных замкнутых рациональных планетарных механизмов.

**Основная часть.** Рассматриваются замкнутые одноконтурные и двухконтурные рациональные (без циркулирующей мощности) планетарные механизмы [5], рис. 1, 2.

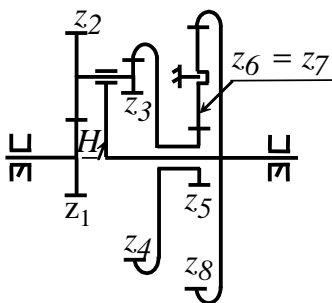
В основу определения областей безусловного существования замкнутых планетарных зубчатых механизмов положены уравнения их передаточных отношений (табл. 1) и безусловные области существования простых планетарных зубчатых механизмов, кратных и рядных зубчатых механизмов, передаточные отношения которых входят в уравнения передаточных отношений замкнутых планетарных зубчатых механизмов. Число сателлитов и число переборов в замкнутых планетарных зубчатых механизмах принято одинаковым.



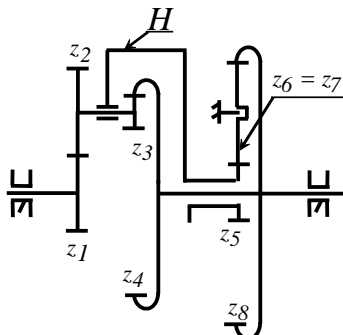
а) механизм  $AI-(AI)-H$



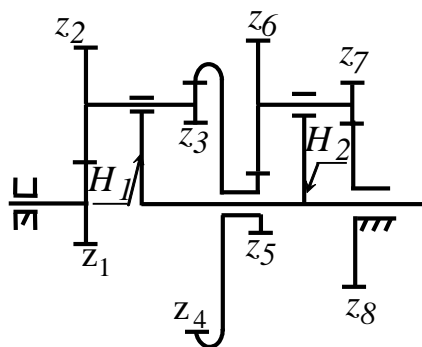
б) механизм  $\overline{AI}-(\overline{AI})-H$



в) механизм  $AI-(\overline{AI})-H$

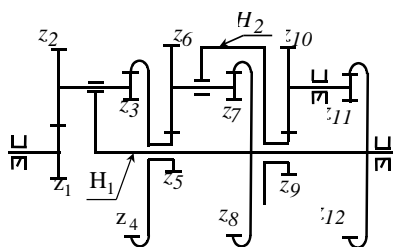


г) механизм  $AI-(IA)-H$

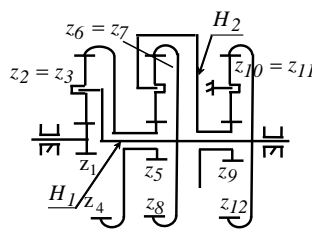


д) механизм  $AI - AA - H$

Рис. 1. Одноконтурные замкнутые рациональные планетарные механизмы



а) механизм  $AI - AI - (IA) - H_1$



б) механизм  $AI - AI - (IA) - H_1$

Рис. 2. Двухконтурные замкнутые рациональные планетарные механизмы

Таблица 1

Тип замкнутого рационального планетарного механизма	Уравнения передаточного отношения замкнутых рациональных планетарных механизмов
$AI - (AI) - H$	$i_{18} = i_{1H}^{(4)} + (1 - i_{1H}^{(4)})i_{58}$
$AI - (AI) - H$	
$AI - (AI) - H$	
$AI - (AI) - H$	$i_{18} = 1 - i_{1H}^{(4)} + i_{1H}^{(4)}i_{58}$
$AI - AA - H$	$i_{1H} = i_{1H_1}^{(4)} + (1 - i_{1H_1}^{(4)})i_{5H_2}^{(8)}$
$AI - AI - (IA) - H_1$	$i_{1,12} = (1 - i_{1H_1}^{(4)})(1 - i_{5H_2}^{(8)})(1 - i_{9,12}) + (1 - i_{1H_1}^{(4)})i_{9,12} + i_{1H_1}^{(4)}$
$AI - AI - (IA) - H_1$	

Механизм  $AI - (AI) - H$  образован соединением дифференциального зубчатого механизма  $DAI$  и кратного зубчатого механизма  $(AI)$ . Область безусловного существования механизма  $AI - (AI) - H$ , т.е. диаграмма  $i_{18}(x\lambda)$  образуется при  $x_1\lambda_1 = x_2\lambda_2 = x\lambda$  и  $i_{58} = 1 - i_{1H}^{(4)}$  (рис. 3). Эта же диаграмма может быть использована для оценки возможностей механизма  $AI - (AI) - H$ , образованного дифференциальным зубчатым механизмом  $DAI$  и рядным зубчатым механизмом  $(AI)$ .

Пределы передаточных отношений при  $x\lambda = 1$  (рис. 3) составят при  $k$  сателлитах и переборах (табл. 2).

Таблица 2

$k$	
3	$3,5 < i_{18} < 212$
4	$3,5 < i_{18} < 37$

5	$3,5 < i_{18} < 20$
6	$3,5 < i_{18} < 12$

У механизмов  $AI - (\overline{AI}) - H$  и  $AI - (\overline{IA}) - H$ , образованных дифференциальным механизмом  $DAI$  и соответственно рядным механизмом  $(\overline{AI})$  и  $(\overline{IA})$ .  $x_1\lambda_1$  - величина переменная, а  $x_2\lambda_2 = 1$ . Диаграмма  $i_{18}(x_1\lambda_1)$  для механизма  $AI - (\overline{AI}) - H$  представлена на рис. 4, для механизма  $AI - (\overline{IA}) - H$  - на рис. 5.

Замкнутый планетарный механизм  $AI - AA - H$  образован дифференциальным механизмом  $DAI$  и планетарным механизмом  $AA$ . Область возможных передаточных отношений механизма  $AI - AA - H$  приведена на рис. 6,  $x_1\lambda_1 = x_2\lambda_2 = x\lambda$ .

Установлено, что для одноконтурных замкнутых рациональных механизмов созданных простым дифференциальным и простым планетарным механизмом область возможных передаточных отношений меньше чем у такого же типа механизмов образованных простым дифференциальным, кратным (рядным) механизмами, (см. рис. 3, 4, 5 и рис. 6).

Двухконтурный замкнутый рациональный механизм типа  $AI - \overline{AI} - (\overline{IA}) - H_1$  образован двумя дифференциальными механизмами  $DAI$  и кратным механизмом  $(IA)$ . Его область безусловного существования устанавливается при  $x_1\lambda_1 = x_2\lambda_2 = x_3\lambda_3 = x\lambda$  и  $i_{1H_1}^{(4)} = i_{5H_2}^{(8)}$ ,  $i_{9,12} = 1 - i_{1H}^{(4)}$  (рис. 7, 8). Диаграмма  $i_{1,12}(x\lambda)$  может быть использована для оценки возможностей механизма  $\overline{AI} - \overline{AI} - (\overline{IA}) - H_1$ .

Пределы передаточных отношений при  $x\lambda = 1$  (рис. 7, 8) составляют при к спутниках и переборах (табл. 3).

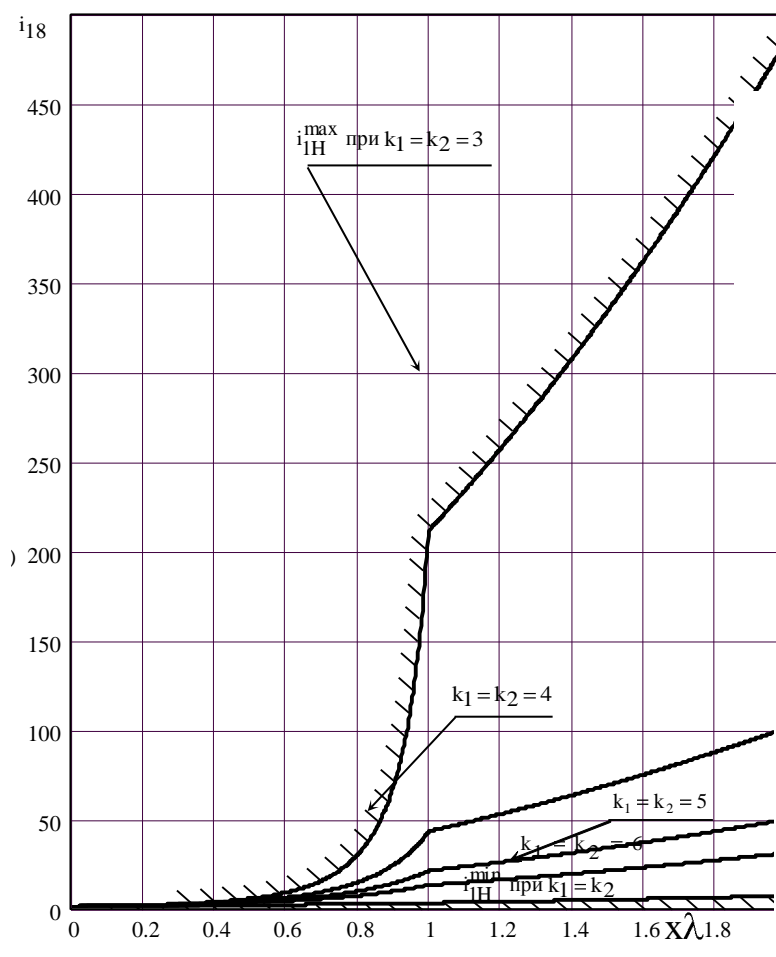


Рис.3. Область безусловного существования механизма  $AI - (AI) - H$

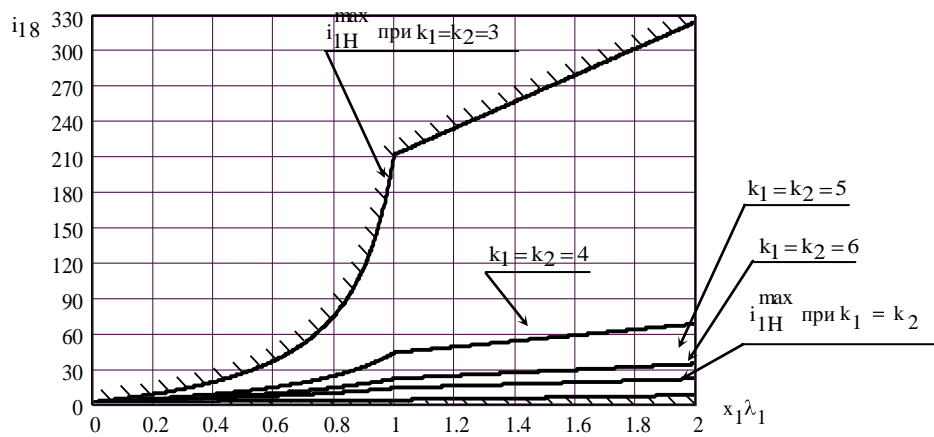


Рис.4. Область безусловного существования механизма  $AI - (\overline{AI}) - H$

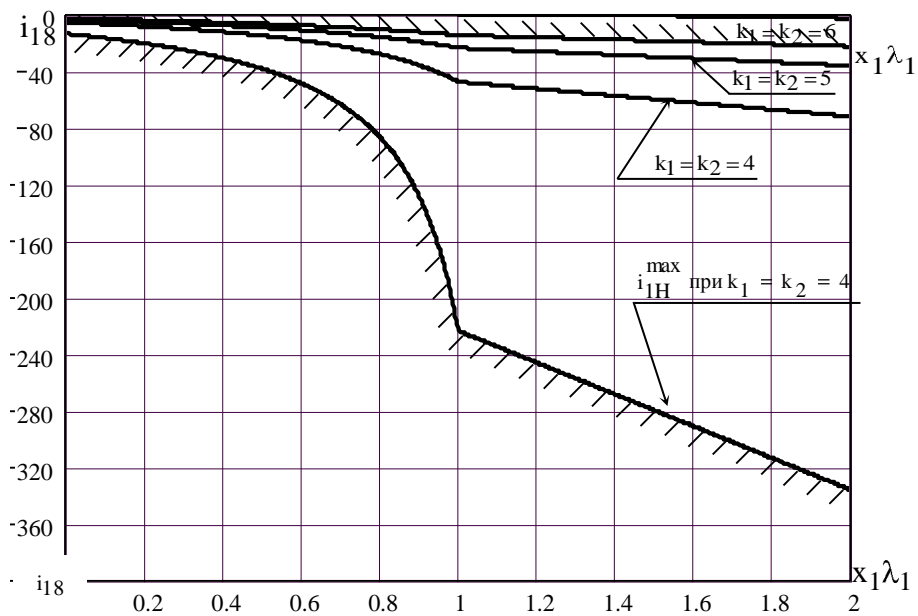


Рис.5. Область безусловного существования механизма  $AI - (\overline{IA}) - H$

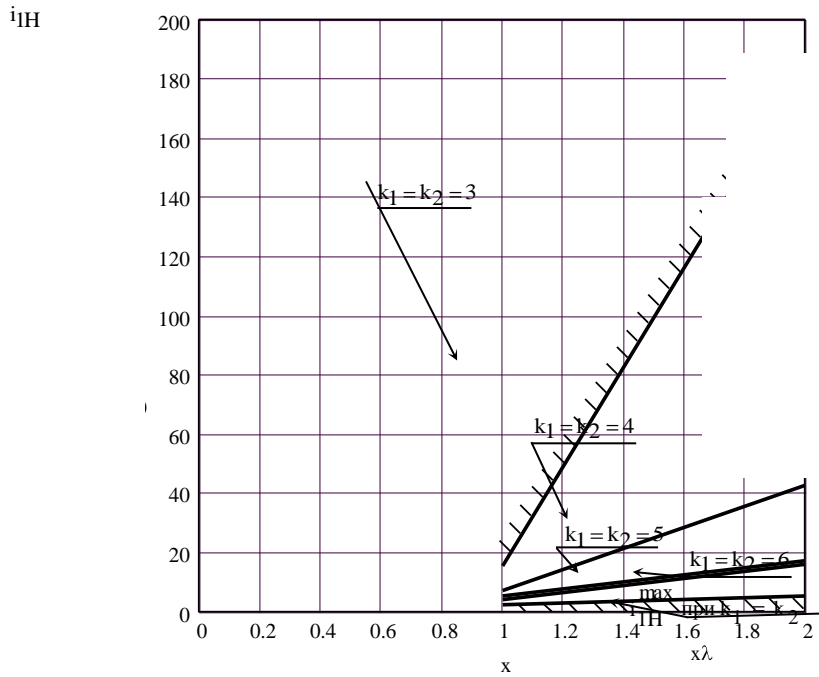
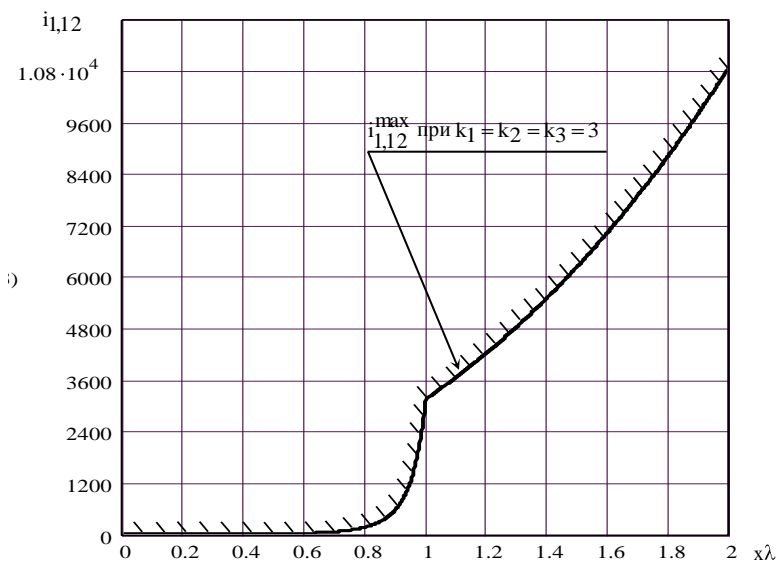


Рис.6. Область безусловного существования механизма  $AI - AA - H$

Таблица 3

$k$	пределы $i_{1,12}$
3	$2,79 < i_{1,12} < 3151$
4	$2,79 < i_{1,12} < 295$
5	$2,79 < i_{1,12} < 101$
6	$2,79 < i_{1,12} < 49$



области безусловного существования  
механизма  $AI - AA - H_1 (k=3)$

Рис. 7. Верхняя граница

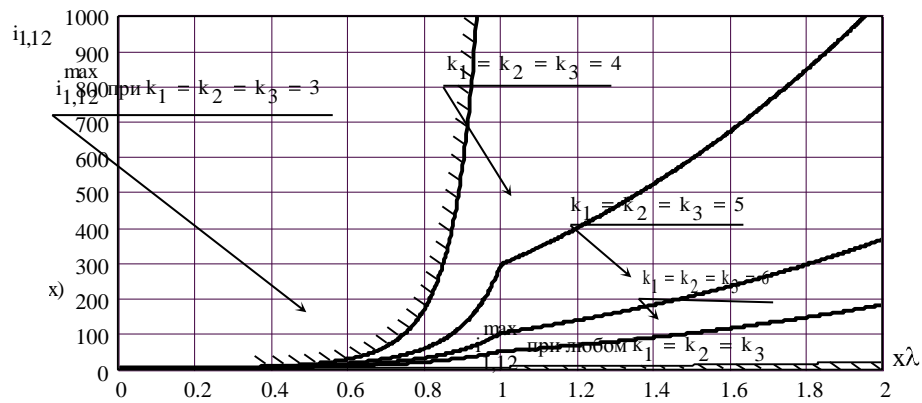


Рис. 8. Область безусловного существования механизма  $AI - AI - (IA) - H_1$  при  $k = 4, 5, 6$ .

**Выводы.** Построены безусловные области существования возможных передаточных отношений замкнутых рациональных планетарных зубчатых механизмов: одноконтурных типа  $AI - (AI) - H$ ,  $AI - (\overline{AI}) - H$ ,  $AI - (\overline{IA}) - H$ ,  $AI - AA - H$ , двухконтурного типа  $AI - AI - (IA) - H_1$ . Принято для одноконтурных механизмов типа  $AI - (AI) - H$ ,  $AI - AA - H$   $x_1\lambda_1 = x_2\lambda_2 = x\lambda$ , для двухконтурного механизма типа  $AI - AI - (IA) - H_1$   $x_1\lambda_1 = x_2\lambda_2 = x_3\lambda_3 = x\lambda$ .

Получены диапазоны изменений передаточных отношений для механизмов  $\overline{AI} - (\overline{AI}) - H$  и  $\overline{AI} - \overline{AI} - (IA) - H_1$ .

Результаты исследований позволяют существенно повысить обоснованность синтеза рассмотренных механизмов.

**Список литературы:** 1. Ткаченко В.А. Планетарные механизмы. (Оптимальное проектирование) Харьков, «ХАИ», 2003. 2. Ткаченко В.А., Шебанов И.Г. Рациональные дифференциальные механизмы с парными радиально размещенными сателлитами для привода соосных винтов. Вестник Национального технического университета «ХПИ», выпуск 9, 2001, с 73-80. 3. Шебанов И.Г. К вопросу о синтезе рациональных сдвоенных планетарных передаточных механизмов со степенью подвижности  $W=2$  на базе дифференциалов D.AI. 4. Кладова О.Ю., Шебанов И.Г. Исследование сдвоенных зубчатых планетарных механизмов со степенью подвижности  $W=2$ , образованных базовыми дифференциалами типа D.AA. Вестник Национального технического университета «ХПИ», выпуск 22, 2006, с 86-96. 5. Шебанов И.Г. Определение циркулирующей мощности в замкнутых планетарных и дифференциальных зубчатых механизмах методом Н.Е. Жуковского, Вестник Национального технического университета «ХПИ», выпуск 12, 2001, с. 117-125.

Поступила в редколлегию 07.06.07