



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
F16H 1/12 (2024.08)

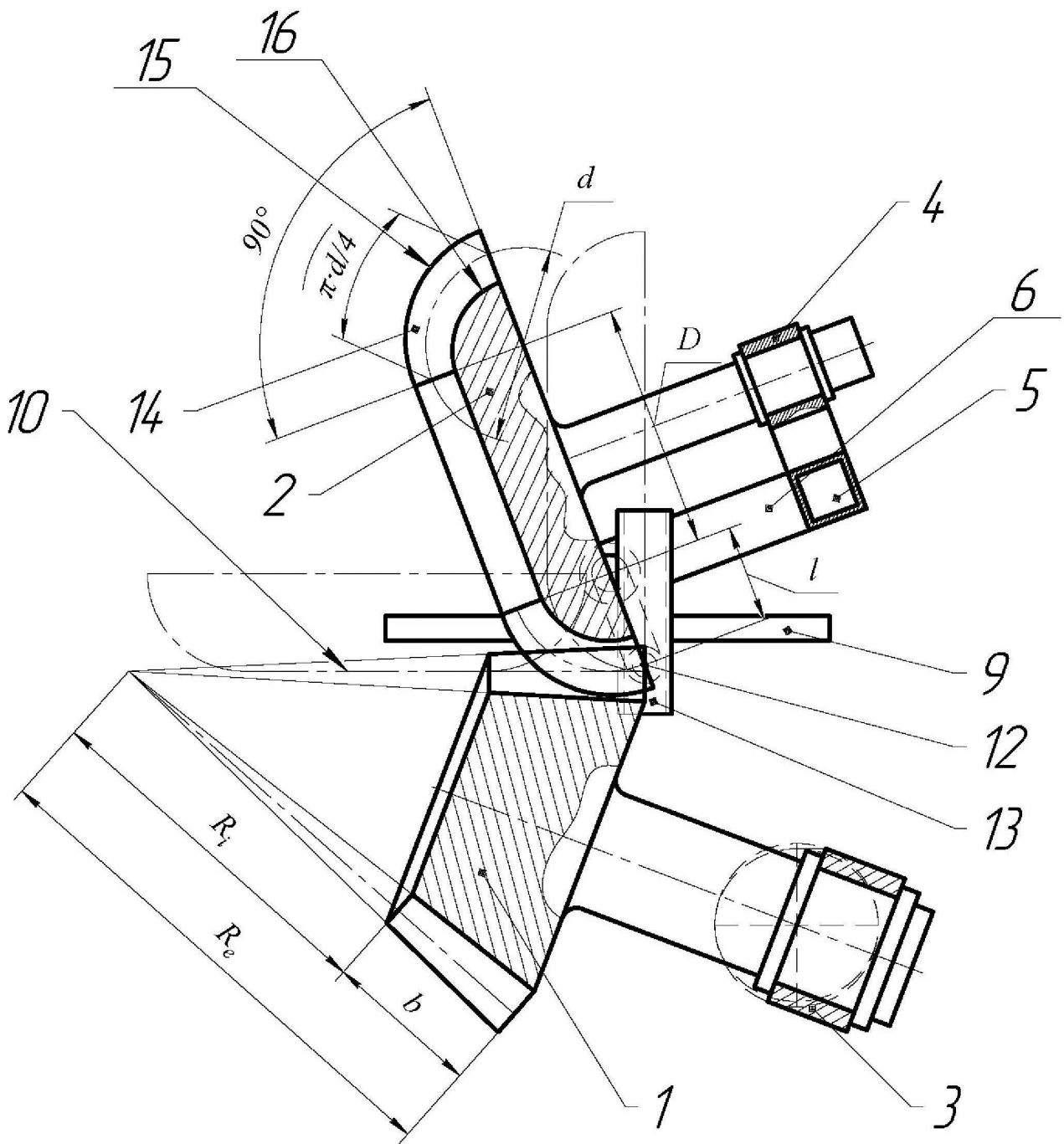
(21)(22) Заявка: 2024113134, 15.05.2024  
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.05.2024  
Дата регистрации:  
16.12.2024  
Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 15.05.2024  
(45) Опубликовано: 16.12.2024 Бюл. № 35  
Адрес для переписки:  
105005, Москва, вн.тер.г. Муниципальный  
округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, 5, стр.  
1, ФГБОУ ВО МГТУ им.Н.Э.Баумана,  
Амелина Ксения Евгеньевна

(72) Автор(ы):  
Головнин Алексей Алексеевич (RU),  
Костылев Илья Герасимович (RU)  
(73) Патентообладатель(и):  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Московский государственный  
технический университет имени Н.Э.  
Баумана (национальный исследовательский  
университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)  
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 1548556 A1, 07.03.1990. GE 2864  
B, 25.12.2002. SU 1227862 A1, 30.04.1986. RU  
2334141 C1, 20.09.2008. DE 102007040287 A1,  
26.02.2009.

(54) Зубчатая передача  
(57) Реферат:  
Изобретение относится к машиностроению.  
Зубчатая передача содержит два установленных  
в опорах для вращательного движения  
сопряженных зубчатых колеса, одно из которых  
выполнено тороидным и смонтировано с  
возможностью его плоскопараллельного  
перемещения с сохранением сопряжения зубчатых  
колес. Второе зубчатое колесо выполнено

коническим с неподвижной опорой для  
вращательного движения. Обеспечивается  
упрощение конструкции и повышение  
нагрузочной способности зубчатой передачи, а  
также возможность передачи вращательного  
движения с изменением скорости вращения. 4 з.п.  
ф-лы, 8 ил.

# A-A



Фиг. 1

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(52) CPC  
*F16H 1/12 (2024.08)*(21)(22) Application: **2024113134, 15.05.2024**(24) Effective date for property rights:  
**15.05.2024**Registration date:  
**16.12.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **15.05.2024**(45) Date of publication: **16.12.2024** Bull. № 35

Mail address:

**105005, Moskva, vn.ter.g. Munitsipalnyj okrug  
Basmannyj, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,  
FGBOU VO MGTU im.N.E.Baumana, Amelina  
Kseniya Evgenevna**

(72) Inventor(s):

**Golovnin Aleksei Alekseevich (RU),  
Kostylev Ilia Gerasimovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Moskovskii gosudarstvennyi  
tekhnicheskii universitet imeni N.E. Baumana  
(natsionalnyi issledovatel'skii universitet)»  
(MGTU im. N.E. Baumana) (RU)**(54) **GEAR SET**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

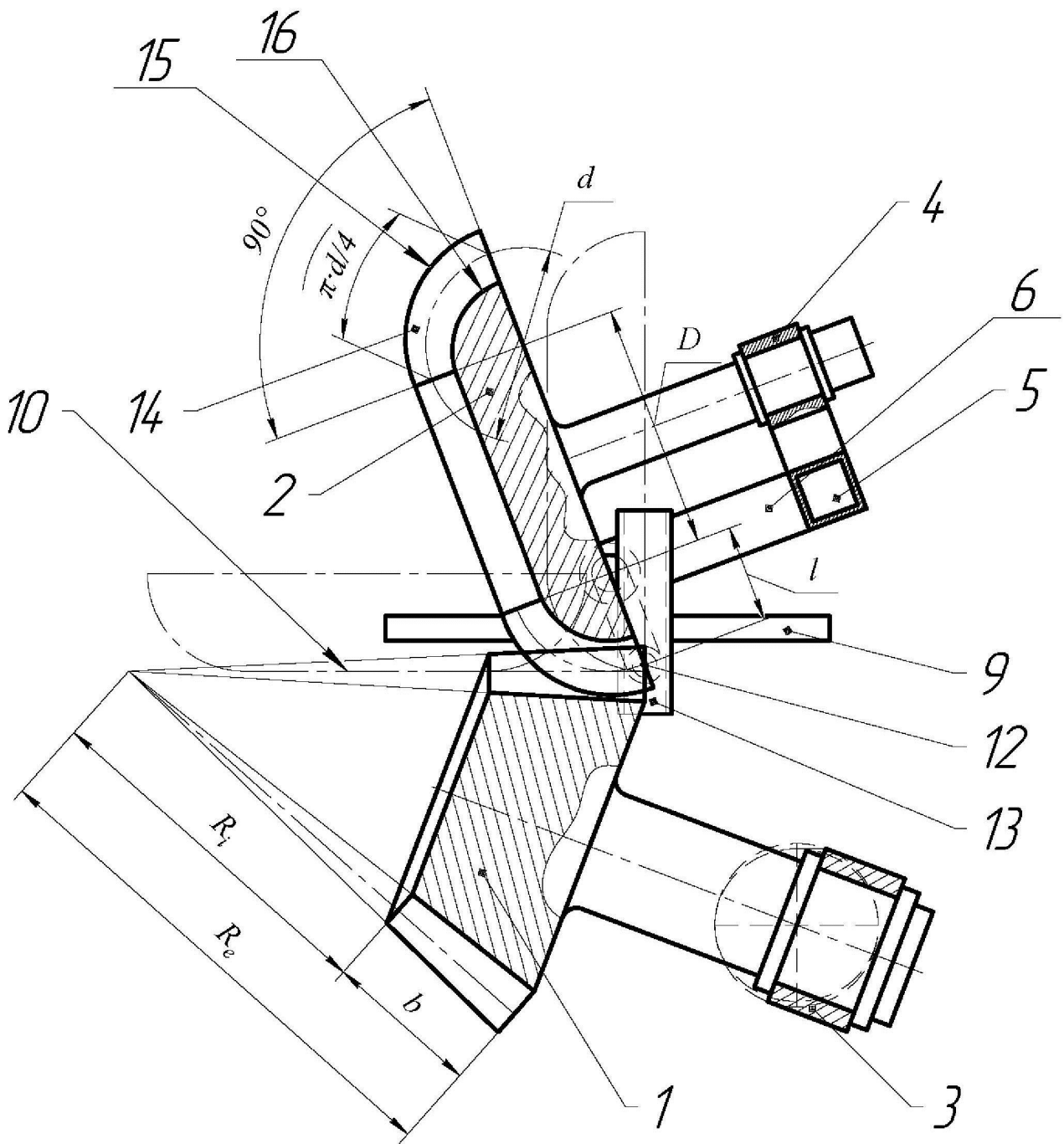
SUBSTANCE: gear set contains two coupled gear wheels installed in supports for rotational movement, one of which is toroidal and mounted with possibility of its plane-parallel movement with preservation of conjugation gear wheels. Second gear wheel is made

conical with a fixed support for rotational movement.

EFFECT: simplification of the design and increase in the load capacity of the gear set, as well as the possibility of transmitting rotational motion with a change in rotation speed.

5 cl, 8 dwg

# A-A



Фиг. 1

Область техники

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано в зубчатых редукторах с переменным расположением осей колес.

Уровень техники

- 5 Известна глобоидная червячная передача, содержащая колесо и червяк со скрещивающимися осями, которые имеют взаимно охватывающую глобоидную форму, у которых тороидные делительные поверхности. Как червяк, так и колесо этой передачи имеют делительную поверхность, образованную как открытый тор, у которых материализована полость (отверстие). (Теория механизмов и механика машин / Г. А. Тимофеев и др. - 8-е изд. перераб. и доп. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. - С. 321, рис. 10.4, ж).

Недостатком известного устройства является ограниченные возможности изменения положения оси червячного колеса относительно глобоидного червяка, а именно только в плоскости, проходящей через ось червяка.

- 15 Известна зубчатая передача, составленная из тороидных зубчатых колес, оси которых пересекаются, имеющих конические расчетные, но тороидные делительные поверхности (Теория механизмов и механика машин / Г. А. Тимофеев и др. - 8-е изд. перераб. и доп. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. - С. 320, рис. 10.3, л).

- 20 Недостатком известного устройства является ограниченные возможности изменения положения оси зубчатых колес относительно друг друга, а именно оси таких колес пересекаются под единственным возможным углом.

- Известно устройство для ориентирования зубчатого колеса в зубчатой передаче, содержащее вал для установки колеса, установленные на валу две пары втулок, поверхности сопряжения которых выполнены сферическими с общим центром, с 25 дополнительными наружными сферическими поверхностями, сопрягаемыми с двумя установленными на валу опорными шайбами со сферическими поверхностями. (Патент на изобретение РФ № 2246648, F16H 55/12, 2005).

- Недостатком известного устройства является ограниченные возможности изменения положения оси зубчатого колеса, только с целью регулировки положения одного 30 зубчатого колеса относительно другого.

- Наиболее близким к предлагаемому изобретению по назначению и конструктивным признакам является зубчатый редуктор, содержащая два сопряженных зубчатых колеса с тороидными делительными поверхностями, (Авторское свидетельство на изобретение СССР № 1548556, F16H 1/12, 1990).

- 35 Недостатком известного зубчатого редуктора является сложность конструкции и низкая нагрузочная способность зубчатой передачи. Кроме того, предлагаемая зубчатая передача не может иметь передаточное число отличное от 1, что сужает возможности передачи крутящего момента до возможностей шарниров равных угловых скоростей, имея при этом большую сложность.

- 40 Раскрытие изобретения

Задачей и техническим результатом настоящего изобретения является упрощение конструкции и повышение нагрузочной способности зубчатой передачи за счет выполнения одного из колес коническим, а также возможность передачи вращательного движения с изменением скорости вращения.

- 45 Технический результат достигается за счет того, в зубчатой передаче, содержащей два установленных в опорах для вращательного движения сопряженных зубчатых колеса, одно из которых выполнено тороидным и смонтировано с возможностью его плоскопараллельного перемещения с сохранением сопряжения зубчатых колес, при

это второе зубчатое колесо выполнено коническим с неподвижной опорой для вращательного движения.

В предпочтительном варианте опоры для вращательного движения тороидного зубчатого колеса размещена на охватывающем его коленчатом валу, содержащем балку, соединенную щеками с коренными шейками, смонтированными на ползунах, размещенных в неподвижных направляющих, расположенных параллельно касательной к делительному конусу конического зубчатого колеса в общей плоскости осей тороидного и конического зубчатых колес, и два расположенных по разные стороны от тороидного зубчатого колеса идентичных синусных механизма, содержащих смонтированные на щеках коленчатого вала кривошипы, соединенные с дополнительными ползунами, взаимодействующим с дополнительными неподвижными направляющими, расположенными в направлении, перпендикулярном неподвижному направляющим, причем длина кривошипа равна радиусу трубы тора делительной поверхности тороидного зубчатого колеса.

Целесообразно, чтобы зубья тороидного зубчатого колеса были выполнены на ограниченной части внешней поверхности тора по одну сторону от ее продольной плоскости симметрии. Наиболее целесообразно, чтобы зубья тороидного зубчатого колеса были выполнены на 1/4 части поверхности тора в пределах угла 90° от его наибольшего диаметра.

Для сопряжения конического 1 и тороидного 2 зубчатых колес они выполнены с соблюдением следующих соотношений между основными геометрическими параметрами их делительных поверхностей

$$D = \frac{z_2}{z_1} \cdot 2R_i \operatorname{tg} \delta$$

и

$$d = \frac{z_2}{z_1} \cdot 2b \operatorname{tg} \delta,$$

где  $D$  - радиус тора делительной поверхности тороидного делительного колеса;  $d$  - радиус трубы тора делительной поверхности тороидного делительного колеса;  $R_i$  - внутреннее делительное конусное расстояние конического зубчатого колеса;  $b$  - ширина зубчатого венца конического зубчатого колеса;  $\delta$  - угол делительного конуса конического зубчатого колеса;  $z_1$  - число зубьев конического зубчатого колеса и  $z_2$  - число зубьев тороидного зубчатого колеса.

Предлагаемая зубчатая передача проще по сравнению с прототипом за счет замены одного из тороидальных колес на более технологичное и простое коническое без снижения функциональных возможностей зубчатой передачи.

Кроме того, при такой замене за счет того, что один из радиусов кривизны основной поверхности конического зубчатого колеса равен бесконечности, приведенный радиус кривизны зубчатой передачи больше по сравнению с прототипом, что служит повышению долговечности такой передачи по сравнению с прототипом.

Кроме того, предлагаемая зубчатая передача может иметь передаточное число отличное от 1:1, что расширяет возможности передачи крутящего момента по сравнению с прототипом или, к примеру, с шарнирами равных угловых скоростей.

Перечень фигур

Сущность изобретения поясняется чертежами, где

на фиг. 1 показана зубчатая передача, продольный разрез по осям зубчатых колес,

передаточное отношение 1:1;

на фиг. 2 показана зубчатая передача, вид сверху;

на фиг. 3 показана зубчатая передача, вид слева;

на фиг. 4 показан продольный разрез по направляющим ползунов;

5 на фиг. 5 показан вариант зубчатой передачи, продольный разрез по осям зубчатых колес, передаточное отношение 2:1;

на фиг. 6 показан коленчатый вал, вид сверху;

на фиг. 7 показан коленчатый вал, фронтальный разрез;

10 на фиг. 8 показана расчетная схема касания начальных поверхностей конического и тороидного зубчатых колес.

Осуществление изобретения

Позиции на фигурах обозначают:

1 - коническое зубчатое колесо;

2 - тороидное зубчатое колесо;

15 3 - опора для вращательного движения конического зубчатого колеса;

4 - опора для вращательного движения тороидного зубчатого колеса;

5 - балка коленчатого вала;

6 - щеки коленчатого вала;

7 - коренные шейки коленчатого вала;

20 8 - ползуны;

9 - направляющие ползунов;

10 - касательная к делительному конусу конического зубчатого колеса;

11 - кривошипы синусного механизма;

12 - ползуны синусного механизма;

25 13 - направляющие синусного механизма;

14 - зубья тороидного зубчатого колеса;

15 - поверхность выступов зубьев тороидного зубчатого колеса;

16 - поверхность впадин зубьев тороидного зубчатого колеса.

Зубчатая передача (фиг. 1, 2, 3) содержит два сопряженных зубчатых колеса 1, 2, 30 каждое в своей опоре для вращательного движения 3, 4. Одно из зубчатых колес 1 выполнено коническим, а второе 2 - тороидным, у которого реализована внутренняя область тора, и имеет тороидную делительную поверхность. Опора 3 для вращательного движения конического зубчатого колеса 1 выполнена с неподвижной осью. Опора 4 для вращательного движения тороидного зубчатого колеса 2 смонтирована с 35 возможностью его плоскопараллельного перемещения с сохранением сопряжения зубчатых колес 1 и 2. В предпочтительном варианте опора 4 для вращательного движения тороидного зубчатого колеса 2 размещена на охватывающем тороидное зубчатое колесо 2 коленчатом валу (фиг. 6, 7), содержащем балку 5, соединенную щеками 6 с коренными шейками 7. Коренные шейки 7 коленчатого вала смонтированы на ползунах 40 8, размещенных в неподвижных направляющих 9 (на фиг. 4 показаны в разрезе), которые расположены параллельно касательной 10 к делительному конусу конического зубчатого колеса 1 в общей плоскости осей конического 1 и тороидного 2 зубчатых колес. По разные стороны от тороидного зубчатого колеса 2 также расположены два идентичных синусных механизма, содержащих смонтированные на щеках 6 коленчатого 45 вала кривошипы 11, соединенные с ползунами 12, взаимодействующими с неподвижными направляющими 13, расположенными в направлении, перпендикулярном неподвижному направляющим 9 опор коренных шеек 7 коленчатого вала. Длина /кривошипа 11 (фиг. 1) равна радиусу  $r=d/2$  трубы тора делительной поверхности тороидного зубчатого

колеса 2 (фиг. 8). Целесообразно если зубья 14 тороидного зубчатого колеса 2 выполнены на ограниченной части внешней поверхности тора делительной поверхности по одну сторону от ее продольной плоскости симметрии (перпендикулярной оси тора). Наиболее целесообразно если зубья 14 тороидного зубчатого колеса 2 выполнены на 1/4 части поверхности тора в пределах угла  $90^\circ$  от его наибольшего диаметра (фиг. 1).

Сопряжение конического 1 и тороидного 2 зубчатого колес возможно, если в процессе обкатки тороидного колеса 2 по коническому 1 будет обеспечиваться равенство их

расчетных модулей в полюсе зацепления  $m_x = m_\varphi$ , где  $m_x = \frac{D_x}{z_1}$  и  $m_\varphi = \frac{D_\varphi}{z_2}$ .

Кроме того, по ширине зубчатого венца конического зубчатого колеса 1, и по дуге зубчатого венца тороидного зубчатого колеса 2 должны изменяться в одном и том же диапазоне, от минимального внутреннего  $m_{ni}$  до максимального внешнего  $m_{ne}$ .

Равенство модулей конического 1 и тороидного 2 колес будет обеспечено, если число зубьев  $z_1$  и  $z_2$  и диаметры делительных окружностей  $D_x$  конической и  $D_\varphi$  - тороидной делительных поверхностей в полюсе зацепления будут находиться в одной и той же пропорции

$$\frac{D_x}{z_1} = \frac{D_\varphi}{z_2}.$$

Передаточное число зубчатой передачи при этом  $u = z_2/z_1$  (фиг. 5). В частном случае, при равенстве чисел зубьев  $z_1 = z_2$  и диаметров делительных окружностей зубчатых колес  $D_x = D_\varphi$  передаточное число  $u = 1$  (фиг. 1, 2, 3).

Делительный диаметр конического зубчатого колеса 1 вдоль ширины его зубчатого венца линейно изменяется по ширине его зубчатого венца  $b$ :

$$D_x = 2(R_i + x) \operatorname{tg} \delta,$$

от минимального  $D_i = 2R_i \operatorname{tg} \delta$  при  $x = 0$  до максимального внешнего  $m_{ne}$

$D_e = 2R_e \operatorname{tg} \delta$  при  $x = b$  (фиг. 1), где  $R_i$  и  $R_e$  - соответственно внутреннее и внешнее делительные конусные расстояния зубчатого колеса 1.

Соответственно расчетный модуль конического зубчатого колеса 1 изменяется по ширине его зубчатого венца  $b$  от минимального внутреннего  $m_{ni}$  при  $R_i$  до

максимального внешнего  $m_{ne}$  при  $R_e = R_i + b$

$$m_x = \frac{2(R_i + x) \operatorname{tg} \delta}{z_1} \quad 0 \leq x \leq b,$$

Диаметр делительной окружности на делительной поверхности тороидного зубчатого колеса 2 по длине дуги рабочего участка его зубчатого венца определяется формулой

$$D_\varphi = D + d \cdot \sin \varphi \quad 0 \leq \varphi \leq 90^\circ.$$

В диапазоне  $0 \leq \varphi \leq 90^\circ$  диаметр делительной окружности изменяется от минимального  $D_{\varphi i} = D$  при  $\varphi = 0^\circ$  до максимального  $D_{\varphi e} = D + d$  при  $\varphi = 90^\circ$

Расчетный модуль тороидного зубчатого колеса 2

$$m_\varphi = \frac{(D + d \cdot \sin \varphi)}{z_2}$$

изменяется в пределах угла  $\varphi = 90^\circ$  от его диаметра на боковой поверхности в тех же пределах, что и у конического колеса, от минимального внутреннего  $m_{ni}$  при  $\varphi = 0$  до максимального внешнего  $m_{ne}$  при  $\varphi = 90^\circ$ , но по синусоидальной зависимости (фиг. 1).

Равенство модулей в полюсе зацепления будет соблюдаться при выполнении следующего соотношения между основными геометрическими характеристиками конической и тороидной делительными поверхностями соответственно конического 1 и тороидного 2 колес

$$\frac{2 \operatorname{tg} \delta (R_i + x)}{z_1} = \frac{(D + d \cdot \sin \varphi)}{z_2}.$$

В частном случае при  $2R_i \operatorname{tg} \delta = D$ ;  $b = d/2$  и, соответственно, передаточном отношении  $u=1$   $x = d/2 \cdot \sin \varphi$ . То есть при равномерном повороте тороидного колеса смещение полюса зацепления должно происходить по синусоидальному закону. Это условие возможно обеспечить при помощи синусного механизма.

Для выполнения условия равенства минимальных расчетных модулей при минимальных делительных диаметрах должно выполняться равенство

$$\frac{2R_i \operatorname{tg} \delta}{z_1} = \frac{D}{z_2}$$

или диаметр тора делительной поверхности тороидного зубчатого колеса должен быть равен

$$D = \frac{z_2}{z_1} \cdot 2R_i \operatorname{tg} \delta$$

При  $z_1 = z_2$ :  $D = 2R_i \operatorname{tg} \delta$ .

Для выполнения условия равенства максимальных расчетных модулей при максимальных делительных диаметрах должно выполняться равенство

$$\frac{2 \cdot (R_i + b) \cdot \operatorname{tg} \delta}{z_1} = \frac{(D + d)}{z_2}$$

С учетом того, что

$$\frac{2R_i \operatorname{tg} \delta}{z_1} = \frac{D}{z_2}$$

или

$$d = \frac{z_2}{z_1} \cdot 2b \operatorname{tg} \delta.$$

При  $z_1 = z_2$ :  $d = 2b \cdot \operatorname{tg} \delta$ .

Поверхность выступов 15 тороидного зубчатого колеса в каждом осевом сечении должна отстоять от делительной поверхности на принятую для зубчатых колес

эвольвентного профиля величину, равную величине модуля в данной точке  $h_a = m_\varphi$ , или

$$h_a = \frac{(D + d \cdot \sin \varphi)}{D} m_{ni}.$$

Соответственно поверхность впадин 16 тороидного зубчатого колеса в каждом осевом сечении должна отстоять вовнутрь от делительной поверхности на принятую для зубчатых колес эвольвентного профиля величину  $h_f = 1,25 \cdot m_\varphi$ , или

$$h_f = 1,25 \frac{(R + r \cdot \sin \varphi)}{R} m_{ni}.$$

Зубчатая передача работает следующим образом. При вращении одного из зубчатых колес, например конического 1 вращение передается на второе, в данном случае тороидное 2. В отличие от цилиндрических или конических зубчатых колес контакт зубьев 13 тороидного 1 и конического 2 колеса происходит не по линии начальной поверхности, а в одной ее точке. Это обуславливает возможность поворота осей зубчатых колес 1, 2 в этой точке, являющейся центром вращения, относительно друг друга на угол  $\varphi$ , при соответствующем этому повороту смещению  $x = d/2 \cdot \sin \varphi$  с сохранением сопряжения. Для перекачивания начальных поверхностей в процессе поворота начальная линия на тороидном зубчатом колесе 1 должна быть окружностью. Равенство расчетных модулей зубьев конического 1 и тороидного 2 колес в каждом положении поворота обеспечивает возможность сохранения зацепления. Для нормальной работы зубчатого зацепления поверхности выступов 15 и впадин 16 должны быть отступающими от неё по нормали на высоту головки и ножки зуба, которые пропорциональны модулю зубьев в данной точке, что обеспечивается выполнением соотношений  $h_a = m_\varphi$  и  $h_f = 1,25 \cdot m_\varphi$ .

Размещение опоры для вращательного движения 4 тороидного зубчатого колеса 2 на балке 5 охватывающего тороидное зубчатое колесо 2 коленчатого вала, коренные шейки 7 которого смонтированы на ползунах 8, размещенных в неподвижных направляющих 9 позволяет обеспечить взаимное смещение колес вдоль образующей конического колеса с сохранением касания делительных поверхностей конического 1 и тороидного 2 зубчатых колес. Снабжение коленчатого вала синусными механизмами, неподвижные направляющие 13 ползунов 12 которого расположены в направлении, перпендикулярном неподвижным направляющим 9 опор коренных шеек 7 коленчатого вала обеспечивают линейное перемещение тороидного зубчатого колеса 2 вдоль образующей конического зубчатого колеса 1 по синусоидальному закону при равномерном повороте тороидного зубчатого колеса 2. Равенство длины /кривошипа 11 синусного механизма радиусу  $d/2$  трубы тора делительной поверхности тороидного зубчатого колеса 2 обеспечивает равенство расчетных модулей конического 1 и тороидного 2 зубчатых колес в каждом взаимном положении их осей.

Поскольку тороидное колесо 2 может быть сопряжено с коническим 1 только внешней частью его поверхности, выполнение зубьев 14 тороидного зубчатого колеса 2 только на ограниченной части внешней поверхности тора делительной поверхности по одну сторону от ее продольной плоскости симметрии (перпендикулярной оси тора) позволяет упростить его изготовление и стоимость. Выполнение зубьев 13 тороидного зубчатого колеса 2 на 1/4 части поверхности тора в пределах  $90^\circ$  от его наибольшего диаметра использует всю возможную поверхность тора для сопряжения его с зубьями конического колеса 1. Равенство длины /кривошипа 11 радиусу  $r=d/2$  трубы тора делительной поверхности тороидного зубчатого колеса 2 обеспечивает сопряжение делительных поверхностей конического 1 и тороидного 2 колес. При равномерном взаимном повороте тороидного 2 и конического 1 колес и сопровождающем этот поворот перемещении вдоль делительной поверхности конического колеса 1 по синусоидальному закону в

каждом взаимном положении выполняется равенство модулей зубьев конического 1 и тороидного 2 колес в точке контакта  $m_\varphi = m_x$ . Равенство диапазонов изменения модулей обоих зубчатых колес 1 и 2 обеспечивается приведёнными выше соотношениями.

Согласно формуле Герца, контактные напряжения  $\sigma_H$  для точечного контакта обратно пропорциональны приведенному радиусу кривизны

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}$$

где  $R_2$  и  $R_4$  - приведенные радиусы контактирующих тел в плоскости наиболее плотного контакта, то есть при линейной основной поверхности у конического колеса, когда  $R_2 = \infty$  приведенный радиус кривизны  $R$  будет больше, а контактные напряжения  $\sigma_H$ , соответственно, меньше.

#### (57) Формула изобретения

1. Зубчатая передача, содержащая два установленных в опорах для вращательного движения сопряженных зубчатых колес, одно из которых выполнено тороидным и смонтировано с возможностью его плоскопараллельного перемещения с сохранением сопряжения зубчатых колес, отличающаяся тем, что второе зубчатое колесо выполнено коническим с неподвижной опорой для вращательного движения.

2. Зубчатая передача по п.1, отличающаяся тем, что опора для вращательного движения тороидного зубчатого колеса размещена на охватывающем его коленчатом валу, содержащем балку, соединенную щеками с коренными шейками, смонтированными на ползунах, размещенных в неподвижных направляющих, расположенных параллельно касательной к делительному конусу конического зубчатого колеса в общей плоскости осей тороидного и конического зубчатых колес, и два расположенных по разные стороны от тороидного зубчатого колеса идентичных синусных механизма, содержащих смонтированные на щеках коленчатого вала кривошипы, соединенные с дополнительными ползунами, взаимодействующими с дополнительными неподвижными направляющими, расположенными в направлении, перпендикулярном неподвижным направляющим, причем длина кривошипа равна радиусу трубы тора делительной поверхности тороидного зубчатого колеса.

3. Зубчатая передача по п.1, отличающаяся тем, что зубья тороидного зубчатого колеса выполнены на ограниченной части внешней поверхности тора по одну сторону от ее продольной плоскости симметрии.

4. Зубчатая передача по п.3, отличающаяся тем, что зубья тороидного зубчатого колеса выполнены на 1/4 части поверхности тора в пределах угла  $90^\circ$  от его наибольшего диаметра.

5. Зубчатая передача по п.3, отличающаяся тем, что между основными геометрическими параметрами делительных поверхностей конического и тороидного зубчатых колес соблюдены соотношения:

$$D = \frac{z_2}{z_1} \cdot 2R_i \operatorname{tg} \delta$$

и

$$d = \frac{z_2}{z_1} \cdot 2b \operatorname{tg} \delta ,$$

где  $D$  - радиус тора делительной поверхности тороидного делительного колеса;  $d$  -  
 5 радиус трубы тора делительной поверхности тороидного делительного колеса;  $R_i$  -  
 внутреннее делительное конусное расстояние конического зубчатого колеса;  $b$  - ширина  
 зубчатого венца конического зубчатого колеса;  $\delta$  - угол делительного конуса  
 конического зубчатого колеса;  $z_1$  - число зубьев конического зубчатого колеса и  $z_2$  -  
 10 число зубьев тороидного зубчатого колеса.

15

20

25

30

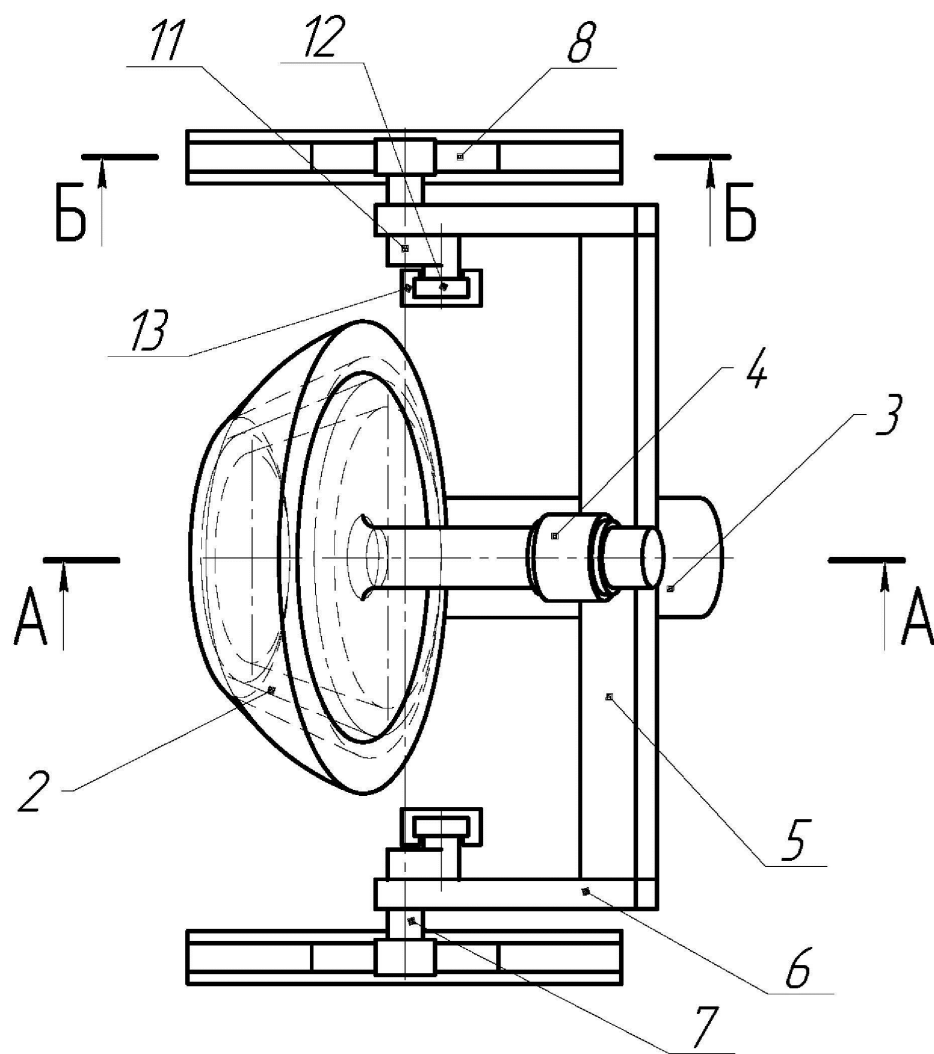
35

40

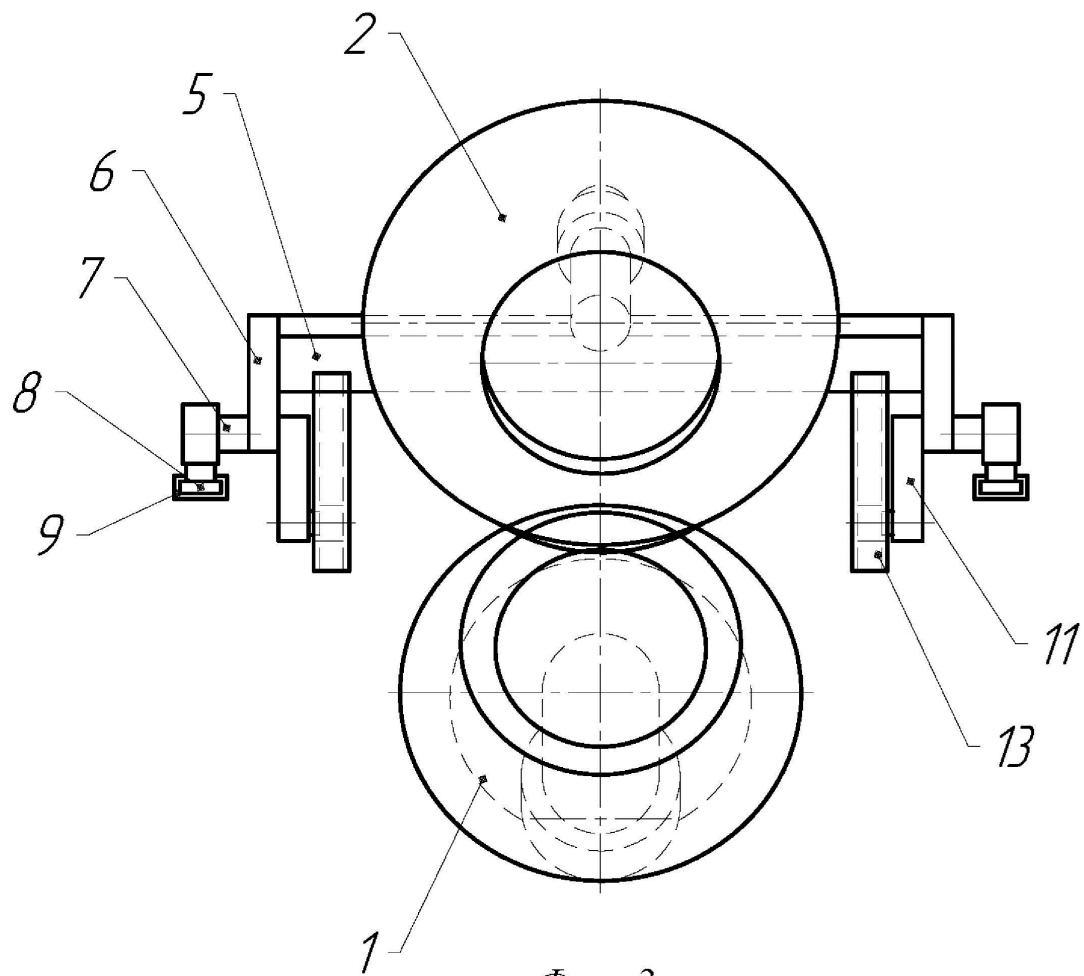
45



Стр.: 13

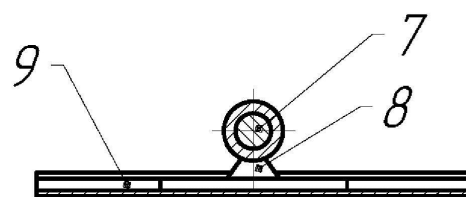


Фиг. 2

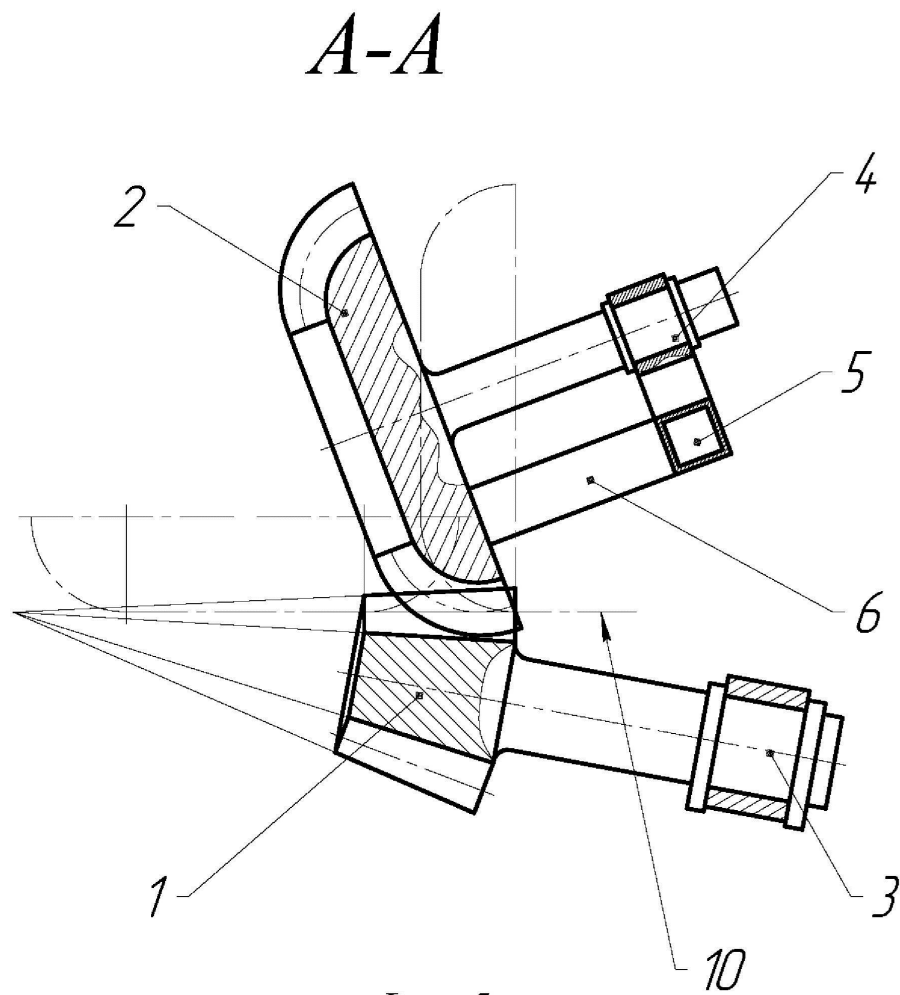


Фиг. 3

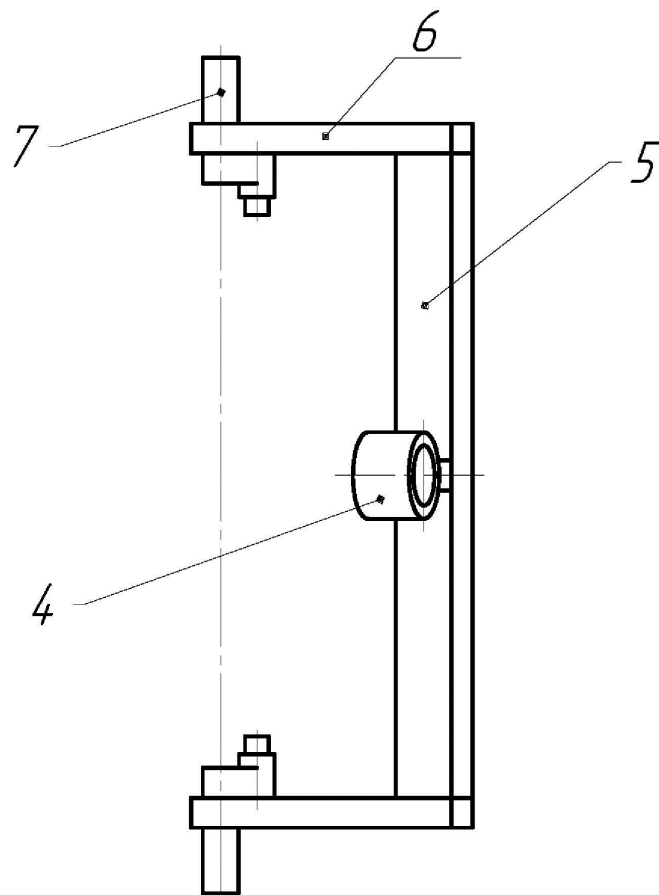
**Б-Б**



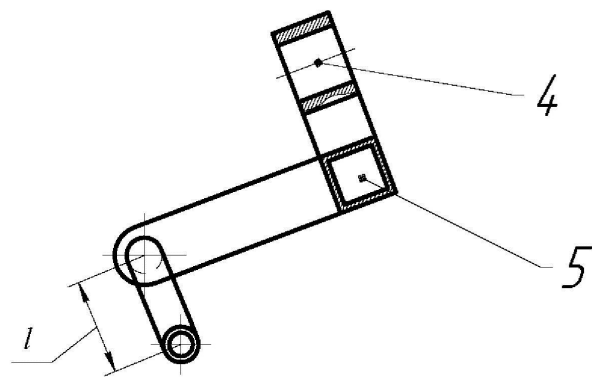
Фиг. 4



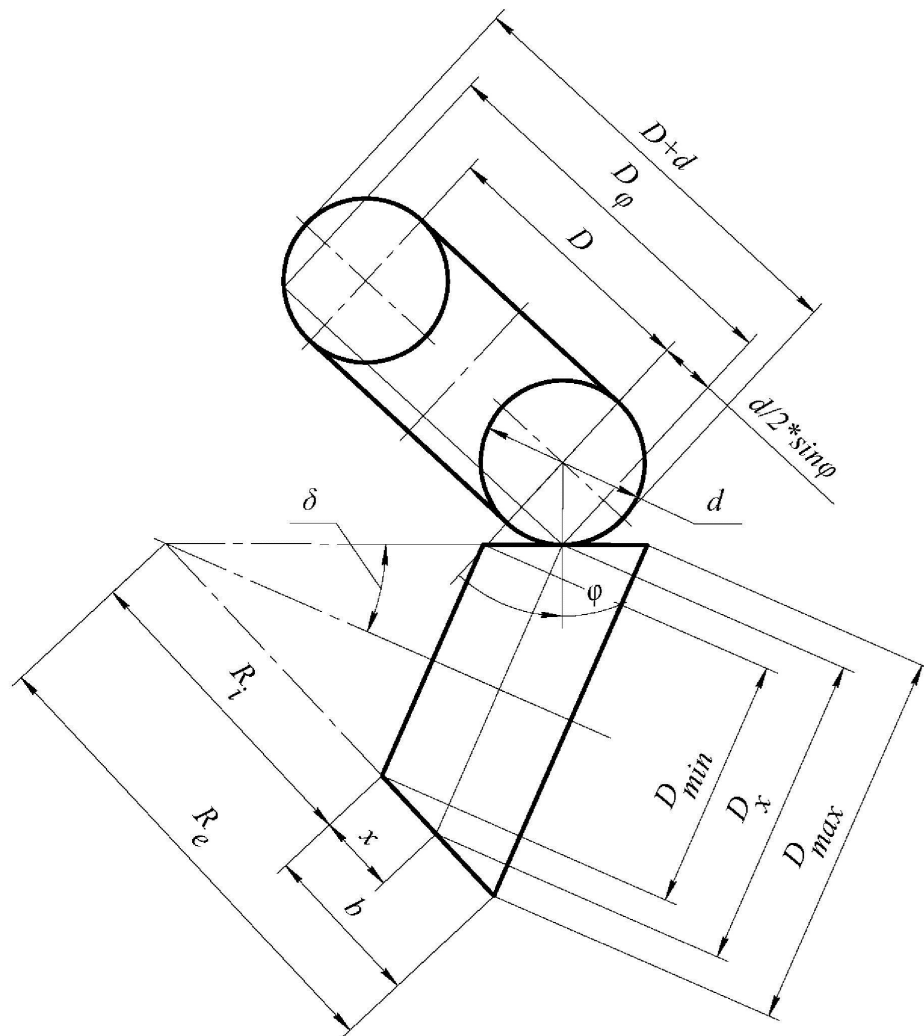
*Фиг. 5*



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8