



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2008107065/22**, **27.02.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.02.2008(45) Опубликовано: **10.09.2008**

Адрес для переписки:
**300600, г.Тула, пр. Ленина, 92, (ТулГУ),
патентно-лицензионный сектор**

(72) Автор(ы):

**Маликов Андрей Андреевич (RU),
Валиков Евгений Николаевич (RU),
Ямников Александр Сергеевич (RU),
Сидоркин Андрей Викторович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования Тульский государственный
университет (ТулГУ) (RU)**

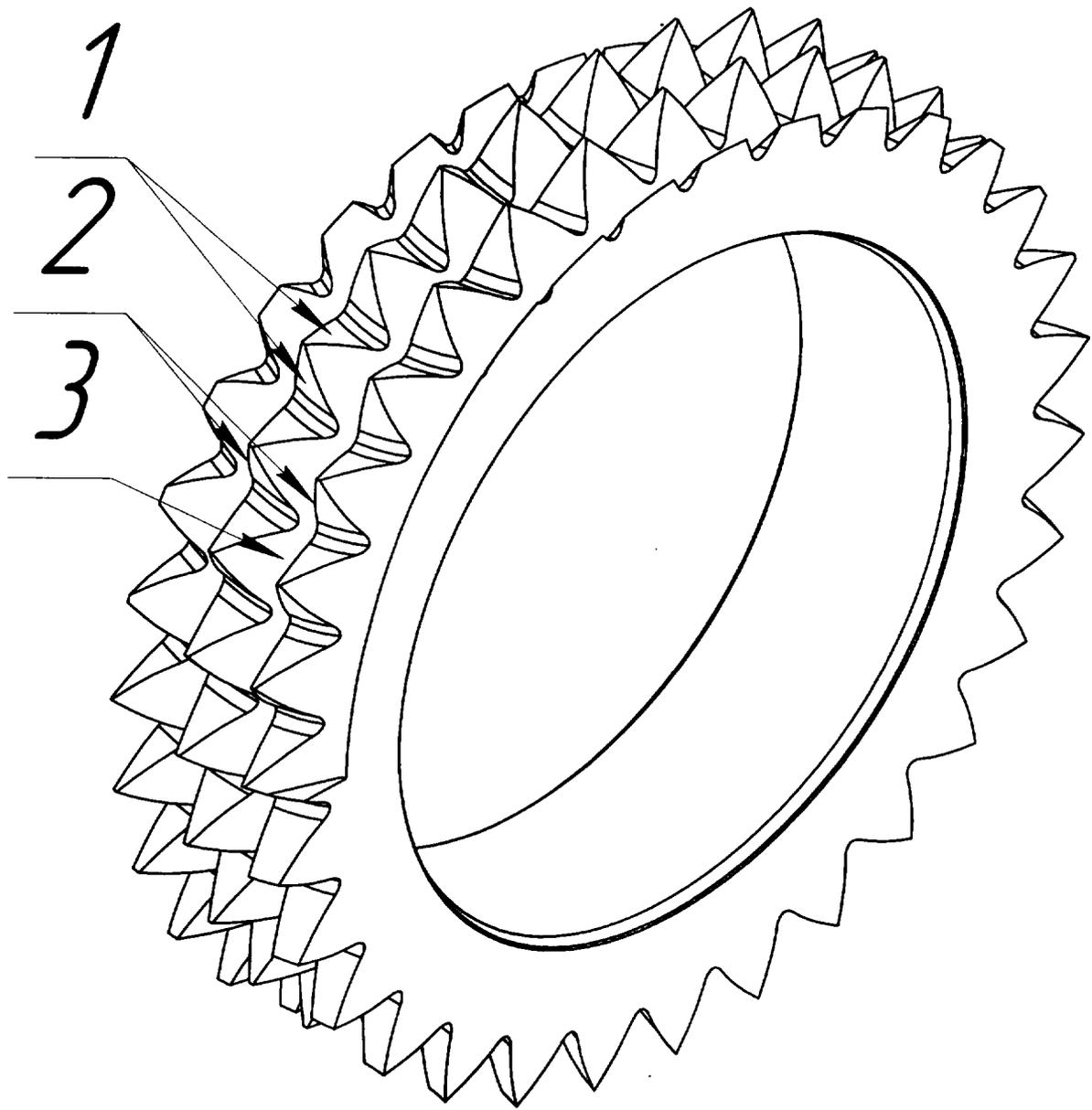
(54) ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Формула полезной модели

1. Инструмент для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес, представляющий собой цилиндрическое зубчатое колесо, на боковых поверхностях зубьев выполнены режущие кромки, которые образованы пересечением поверхностей зубьев с винтовыми поверхностями стружечной канавки, отличающийся тем, что режущие кромки образованы при пересечении боковых поверхностей круговых зубьев с винтовыми поверхностями стружечной канавки, смещенными в осевом направлении друг относительно друга на величину $\Delta = \frac{P}{z}$, где P - шаг винтовой стружечной

канавки, z - число зубьев инструмента, и наклоненными к торцам под углами $\pm \frac{\theta}{2}$, образующее с обрабатываемой заготовкой-колесом зубчатую пару внеполюсного зацепления.

2. Инструмент по п.1, отличающийся тем, что стружечная канавка выполнена трапецеидального профиля.



Техническое решение относится к области машиностроения, в частности к обработке круговых зубьев цилиндрических зубчатых колес.

Известен инструмент в виде резцовой головки для нарезания цилиндрических зубчатых колес с круговыми зубьями, на торце корпуса которой закреплены расположенные по спирали и объединенные в группы наружные и внутренние резцы, на наружном витке спирали расположены с чередованием наружные и внутренние резцы, а на внутреннем витке - наружные, причем наружный виток содержит большее количество резцов, чем внутренний [А.с. СССР №1009660, МПК³ В23F 21/04, Бюл. №13, 1983]. Профилирование зубьев методом обкатки обеспечено согласованием угловой скорости вращения и скорости поступательного перемещения инструмента в направлении, перпендикулярном его оси, с угловой скоростью вращения обрабатываемого изделия. Деление, в этом случае непрерывное, автоматически обеспечивается при указанных движениях инструмента и детали. Линия зубьев очерчена по циклоиде, такие зубчатые колеса называют арочными с продольной циклоидальной формой зуба.

Недостатком является невозможность использования абразивного инструмента для финишной обработки изготавливаемого изделия.

Известен инструмент в виде дискового шевера, имеющего режущие кромки на боковых эвольвентных винтовых поверхностях зубьев и выполненный со смещением исходного контура рейки, при этом режущие кромки образованы пересечением винтовых поверхностей зубьев шевера Z с винтовыми поверхностями стружечных канавок, при этом $Z_c = Z \pm 1$, где Z_c - число стружечных канавок [Пат. РФ №2230635, МПК⁷ В23F 21/28, Бюл. №17, 2004].

Недостатками являются узкие технологические возможности инструмента, а также то, что его конструктивные особенности накладывают ограничения, не позволяющие использовать инструмент за пределами ограниченной области его применения - обработки цилиндрических колес с винтовыми зубьями.

Задача технического решения - расширение технологических возможностей инструмента за счет исключения зависимости конструкции от формы линии зуба, повышение качества обработки.

Поставленная задача достигается тем, что инструмент для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес, представляет собой цилиндрическое зубчатое колесо, на боковых поверхностях круговых зубьев которого выполнены режущие кромки, образованные пересечением поверхностей зубьев с винтовыми поверхностями стружечной канавки трапециидального профиля, смещенные в осевом направлении друг относительно друга на величину $\Delta = \frac{P}{z}$, где P - шаг винтовой стружечной канавки, z - число зубьев инструмента, и наклоненные к торцам под углами $\pm \frac{\theta}{2}$.

Инструмент образует с обрабатываемой заготовкой-колесом зубчатую пару внеполюсного зацепления.

На фиг.1 изображено осевое сечение инструмента для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес с круговыми зубьями. На фиг.2 - развертка делительного цилиндра диаметра d_0 инструмента для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес с круговыми зубьями. На фиг.3 - аксонометрическое изображение инструмента для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес с круговыми зубьями.

Конструктивно инструмент представляет собой цилиндрическое зубчатое колесо,

линией зуба которого является дуга окружности. Боковые поверхности 1 зубьев инструмента являются эвольвентными. Режущие кромки 2 инструмента образованы пересечением винтовой поверхности

Стружечной канавки 3 трапециидального профиля и боковых поверхностей 1
5 зубьев инструмента. За счет такого конструктивного решения режущие кромки 3 смещены в осевом направлении друг относительно друга на величину Δ . В инструменте режущие кромки смещены в осевом направлении друг относительно друга на величину $\Delta = \frac{P}{z}$, где P - шаг винтовой стружечной канавки, z - число зубьев

10 инструмента, и наклоненные к торцам под углами $\pm \frac{\theta}{2}$. Это достигается тем, что

только стружечная канавка расположена на винтовой поверхности. Такое конструктивное решение позволяет:

15 Во-первых, исключить зависимость конструкции инструмента от формы линии зуба, т.е. линия зуба инструмента и обрабатываемой заготовки-колеса может иметь любую форму, например круговую, а не только винтовую как в ближайшем аналоге. Это объясняется тем, что за счет расположения стружечной канавки на винтовой
20 поверхности режущие кромки всегда оказываются смещенными на величину Δ , вне зависимости от характера линии зуба, что расширяет технологические возможности инструмента.

Во-вторых, число заходов стружечной канавки инструмента может быть любым (от
25 одного до нескольких заходов) и не иметь зависимости от числа зубьев инструмента.

В-третьих, за счет открывшейся возможности варьирования числом заходов
стружечной канавки, появляется возможность варьировать число режущих кромок, приходящихся на один зуб инструмента a , следовательно, и влиять на процессы
30 резания, происходящие в зонах контакта режущих кромок инструмента и обрабатываемой заготовки-колеса и управлять шероховатостью обрабатываемых поверхностей - одним из важнейших показателей качества обработки.

В-четвертых, за счет заявленной геометрии поперечного сечения стружечной канавки трапециидальной формы и изменения его основного

35 геометрического параметра - угла наклона режущих кромок $\pm \frac{\theta}{2}$ также

открывается прямая возможность управления процессами резания с непосредственным влиянием на качество обработки.

Инструмент для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес работает
40 следующим образом. Заготовка-колесо с предварительно формообразованными методом литья, пластического деформирования, механической обработки и др. зубьями, вводится в плотное (беззазорное по боковым сторонам) зацепление с инструментом, образуя предплюсное $d_{w0} > d_{a0}$, где d_{w0} - диаметр начальной окружности инструмента, d_{a0} - диаметр окружности вершин инструмента, или
45 заплусное зацепление $d_{w0} < d_{\rho 0}$, где $d_{\rho 0}$ - диаметр окружности нижних точек активного профиля зуба. Обработка осуществляется способом свободного обката. Срезание припуска осуществляется за счет создания по всей высоте боковых поверхностей 1 зубьев инструмента скорости скольжения в контактных точках
50 режущих кромок 2 и зубьев заготовки-колеса, и имеющей значение больше нуля. Обработка боковых поверхностей зубьев заготовки-колеса по всей их длине обеспечивается при соблюдении двух условий: во-первых, наличием на инструменте винтовой поверхности стружечной канавки 3; во-вторых, отсутствием общих

множителей чисел зубьев инструмента и обрабатываемой заготовки-колеса. При этом обработка осуществляется при параллельном положении осей инструмента и заготовки-колеса, без дополнительного движения подачи в осевом направлении. Это достигается за счет того, что режущие кромки инструмента конструктивно смещены в осевом направлении друг относительно друга на величину Δ .

После совершения инструментом количества оборотов, равного или кратного числу зубьев обрабатываемой заготовки-колеса, для обеспечения одинаковых условий резания на противоположных боковых поверхностях зубьев заготовки-колеса производится реверсирование направления вращения зубчатой пары инструмент - заготовка-колесо, и также

совершается количество оборотов, равное или кратное числу зубьев заготовки-колеса. На этом заканчивается один проход. После каждого прохода необходимо произвести врезание - сближение осей инструмента и обрабатываемой заготовки-колеса вплоть до достижения номинального межосевого расстояния. Для улучшения качества обработанной поверхности, на конечном этапе цикла обработки, осуществляется выхаживание - вращение пары инструмент - заготовка-колесо в прямом и обратном направлениях при номинальном межосевом расстоянии.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что оптимальную производительность и качество обрабатываемой поверхности можно обеспечить, если числа зубьев инструмента и обрабатываемой заготовки-колеса не будут иметь общих множителей.

Разработанная конструкция инструмента была реализована при обработке цилиндрического зубчатого колеса с круговыми зубьями с модулем $m=2$ мм, числом зубьев $z=11$, коэффициентом смещения исходного контура $\chi=0$, номинальным радиусом кривизны арки зуба $R_{01}=20$ мм, выполненного из стали 20Х.

Предварительное формообразование зубьев заготовки-колеса осуществлялось одной резцовой головкой. Окончательная обработка велась инструментом со следующими параметрами: модуль $m_0=2$ мм, число зубьев $Z_0=31$, коэффициент смещения исходного контура $\chi_0=1909$ мм. Режимы обработки: снимаемый припуск, определяемый по развертке начального цилиндра в среднем сечении зуба - 0,12 мм, частота вращения инструмента $n=125$ мин⁻¹, подача врезания 0,03 мм на рабочий цикл, количество рабочих циклов - 4, количество циклов выхаживания - 2.

Проведенные испытания подтвердили возможность обработки заявленными инструментом цилиндрических колес с круговыми зубьями, что позволяет наглядно проиллюстрировать расширение его технологических возможностей и увеличение качества обработки.

(57) Реферат

Техническое решение относится к области машиностроения, в частности к обработке круговых зубьев цилиндрических зубчатых колес. Задача технического решения - расширение технологических возможностей инструмента за счет исключения зависимости конструкции от формы линии зуба, повышение качества обработки. Инструмент для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес, представляет собой цилиндрическое зубчатое колесо, на боковых поверхностях круговых зубьев которого выполнены режущие кромки, образованные пересечением поверхностей зубьев с винтовыми поверхностями стружечной канавки трапециидального профиля, смещенные в осевом направлении друг относительно

друга на величину $\Delta = \frac{P}{z}$, где P - шаг винтовой стружечной канавки, z - число зубьев

инструмента, и наклоненные к торцам под углами $\pm \frac{\theta}{2}$. Инструмент образует с

5 обрабатываемой заготовкой-колесом зубчатую пару внеполюсного зацепления.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Реферат

Инструмент для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес

Техническое решение относится к области машиностроения, в частности к обработке круговых зубьев цилиндрических зубчатых колес.

Задача технического решения – расширение технологических возможностей инструмента за счет исключения зависимости конструкции от формы линии зуба, повышение качества обработки.

Инструмент для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес, представляет собой цилиндрическое зубчатое колесо, на боковых поверхностях круговых зубьев которого выполнены режущие кромки, образованные пересечением поверхностей зубьев с винтовыми поверхностями стружечной канавки трапециидального профиля, смещенные в осевом направлении друг относительно друга на величину $\Delta = \frac{P}{z}$, где P – шаг винтовой стружечной канавки, z – число зубьев инструмента, и наклоненные к торцам под углами $\pm \frac{\theta}{2}$. Инструмент образует с обрабатываемой заготовкой-колесом зубчатую пару внеполюсного зацепления.

2008107065
**МПК⁸ В 23 F 21/04****Инструмент для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес**

Техническое решение относится к области машиностроения, в частности к обработке круговых зубьев цилиндрических зубчатых колес.

Известен инструмент в виде резцовой головки для нарезания цилиндрических зубчатых колес с круговыми зубьями, на торце корпуса которой закреплены расположенные по спирали и объединенные в группы наружные и внутренние резцы, на наружном витке спирали расположены с чередованием наружные и внутренние резцы, а на внутреннем витке – наружные, причем наружный виток содержит большее количество резцов, чем внутренний [А.с. СССР № 1009660, МПК³ В 23 F 21/04, Бюл. № 13, 1983]. Профилирование зубьев методом обкатки обеспечено согласованием угловой скорости вращения и скорости поступательного перемещения инструмента в направлении, перпендикулярном его оси, с угловой скоростью вращения обрабатываемого изделия. Деление, в этом случае непрерывное, автоматически обеспечивается при указанных движениях инструмента и детали. Линия зубьев очерчена по циклоиде, такие зубчатые колеса называют арочными с продольной циклоидальной формой зуба.

Недостатком является невозможность использования абразивного инструмента для финишной обработки изготавливаемого изделия.

Известен инструмент в виде дискового шевера, имеющего режущие кромки на боковых эвольвентных винтовых поверхностях зубьев и выполненный со смещением исходного контура рейки, при этом режущие кромки образованы пересечением винтовых поверхностей зубьев шевера Z с винтовыми поверхностями стружечных канавок, при этом $Z_c = Z \pm 1$, где Z_c – число стружечных канавок [Пат. РФ № 2230635, МПК⁷ В 23 F 21/28, Бюл. № 17, 2004].

Недостатками являются узкие технологические возможности инструмента, а также то, что его конструктивные особенности накладывают ограничения, не позволяющие использовать инструмент за пределами ограниченной области его применения – обработки цилиндрических колес с винтовыми зубьями.

Задача технического решения – расширение технологических возможностей инструмента за счет исключения зависимости конструкции от формы линии зуба, повышение качества обработки.

Поставленная задача достигается тем, что инструмент для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес, представляет собой цилиндрическое зубчатое колесо, на боковых поверхностях круговых зубьев которого выполнены режущие кромки, образованные пересечением поверхностей зубьев с винтовыми поверхностями стружечной канавки трапециидального профиля, смещенные в осевом направлении друг относительно друга на величину $\Delta = \frac{P}{z}$, где P – шаг винтовой стружечной канавки, z – число зубьев инструмента, и наклоненные к торцам под углами $\pm \frac{\theta}{2}$. Инструмент образует с обрабатываемой заготовкой-колесом зубчатую пару внеполюсного зацепления.

На фиг. 1 изображено осевое сечение инструмента для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес с круговыми зубьями. На фиг. 2 – развертка делительного цилиндра диаметра d_0 инструмента для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес с круговыми зубьями. На фиг. 3 – аксонометрическое изображение инструмента для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес с круговыми зубьями.

Конструктивно инструмент представляет собой цилиндрическое зубчатое колесо, линией зуба которого является дуга окружности. Боковые поверхности 1 зубьев инструмента являются эвольвентными. Режущие кромки 2 инструмента образованы пересечением винтовой поверхности

стружечной канавки 3 трапециидального профиля и боковых поверхностей 1 зубьев инструмента. За счет такого конструктивного решения режущие кромки 3 смещены в осевом направлении друг относительно друга на величину Δ . В инструменте режущие кромки смещены в осевом направлении друг относительно друга на величину $\Delta = \frac{P}{z}$, где P – шаг винтовой стружечной канавки, z – число зубьев инструмента, и наклоненные к торцам под углами $\pm \frac{\theta}{2}$. Это достигается тем, что только стружечная канавка расположена на винтовой поверхности. Такое конструктивное решение позволяет:

Во-первых, исключить зависимость конструкции инструмента от формы линии зуба, т.е. линия зуба инструмента и обрабатываемой заготовки-колеса может иметь любую форму, например круговую, а не только винтовую как в ближайшем аналоге. Это объясняется тем, что за счет расположения стружечной канавки на винтовой поверхности режущие кромки всегда оказываются смещенными на величину Δ , вне зависимости от характера линии зуба, что расширяет технологические возможности инструмента.

Во-вторых, число заходов стружечной канавки инструмента может быть любым (от одного до нескольких заходов) и не иметь зависимости от числа зубьев инструмента.

В-третьих, за счет открывшейся возможности варьирования числом заходов стружечной канавки, появляется возможность варьировать число режущих кромок, приходящихся на один зуб инструмента a , следовательно, и влиять на процессы резания, происходящие в зонах контакта режущих кромок инструмента и обрабатываемой заготовки-колеса и управлять шероховатостью обрабатываемых поверхностей – одним из важнейших показателей качества обработки.

В-четвертых, за счет заявленной геометрии поперечного сечения стружечной канавки трапециидальной формы и изменения его основного

геометрического параметра – угла наклона режущих кромок $\pm \frac{\theta}{2}$ также открывается прямая возможность управления процессами резания с непосредственным влиянием на качество обработки.

Инструмент для чистовой обработки цилиндрических зубчатых колес работает следующим образом. Заготовка-колесо с предварительно формообразованными методом литья, пластического деформирования, механической обработки и др. зубьями, вводится в плотное (беззазорное по боковым сторонам) зацепление с инструментом, образуя предполюсное $d_{w0} > d_{a0}$, где d_{w0} – диаметр начальной окружности инструмента, d_{a0} – диаметр окружности вершин инструмента, или заплюсное зацепление $d_{w0} < d_{p0}$, где d_{p0} – диаметр окружности нижних точек активного профиля зуба. Обработка осуществляется способом свободного обката. Срезание припуска осуществляется за счет создания по всей высоте боковых поверхностей 1 зубьев инструмента скорости скольжения в контактных точках режущих кромок 2 и зубьев заготовки-колеса, и имеющей значение больше нуля. Обработка боковых поверхностей зубьев заготовки-колеса по всей их длине обеспечивается при соблюдении двух условий: во-первых, наличием на инструменте винтовой поверхности стружечной канавки 3; во-вторых, отсутствием общих множителей чисел зубьев инструмента и обрабатываемой заготовки-колеса. При этом обработка осуществляется при параллельном положении осей инструмента и заготовки-колеса, без дополнительного движения подачи в осевом направлении. Это достигается за счет того, что режущие кромки инструмента конструктивно смещены в осевом направлении друг относительно друга на величину Δ .

После совершения инструментом количества оборотов, равного или кратного числу зубьев обрабатываемой заготовки-колеса, для обеспечения одинаковых условий резания на противоположных боковых поверхностях зубьев заготовки-колеса производится реверсирование направления вращения зубчатой пары инструмент – заготовка-колесо, и также

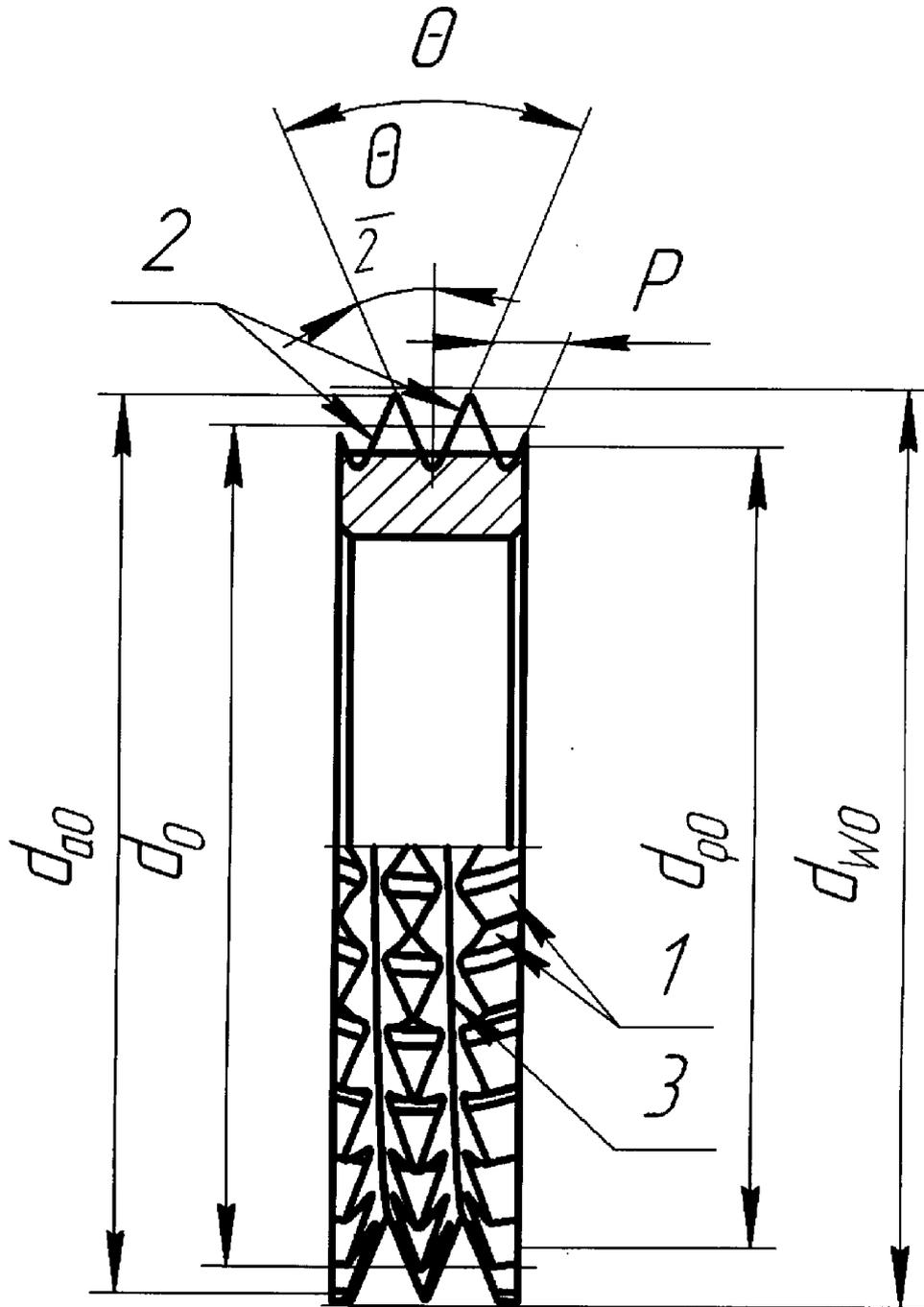
совершается количество оборотов, равное или кратное числу зубьев заготовки-колеса. На этом заканчивается один проход. После каждого прохода необходимо произвести врезание – сближение осей инструмента и обрабатываемой заготовки-колеса вплоть до достижения номинального межосевого расстояния. Для улучшения качества обработанной поверхности, на конечном этапе цикла обработки, осуществляется выхаживание – вращение пары инструмент – заготовка-колесо в прямом и обратном направлениях при номинальном межосевом расстоянии.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что оптимальную производительность и качество обрабатываемой поверхности можно обеспечить, если числа зубьев инструмента и обрабатываемой заготовки-колеса не будут иметь общих множителей.

Разработанная конструкция инструмента была реализована при обработке цилиндрического зубчатого колеса с круговыми зубьями с модулем $m=2$ мм, числом зубьев $z=11$, коэффициентом смещения исходного контура $\chi=0$, номинальным радиусом кривизны арки зуба $R_{01}=20$ мм, выполненного из стали 20Х. Предварительное формообразование зубьев заготовки-колеса осуществлялось одной резцовой головкой. Окончательная обработка велась инструментом со следующими параметрами: модуль $m_0=2$ мм, число зубьев $z_0=31$, коэффициент смещения исходного контура $\chi_0=1,909$ мм. Режимы обработки: снимаемый припуск, определяемый по развертке начального цилиндра в среднем сечении зуба – 0,12 мм, частота вращения инструмента $n=125$ мин⁻¹, подача врезания 0,03 мм на рабочий цикл, количество рабочих циклов – 4, количество циклов выхаживания – 2.

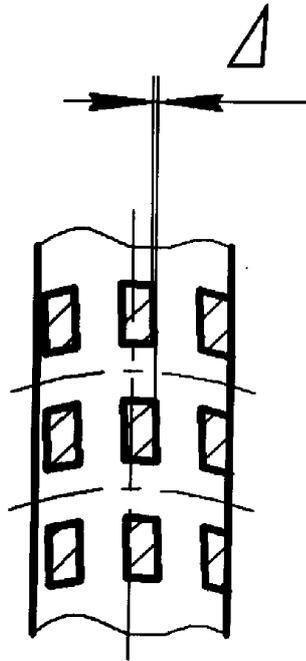
Проведенные испытания подтвердили возможность обработки заявленными инструментом цилиндрических колес с круговыми зубьями, что позволяет наглядно проиллюстрировать расширение его технологических возможностей и увеличение качества обработки.

Инструмент для чистовой обработки
цилиндрических зубчатых колес.



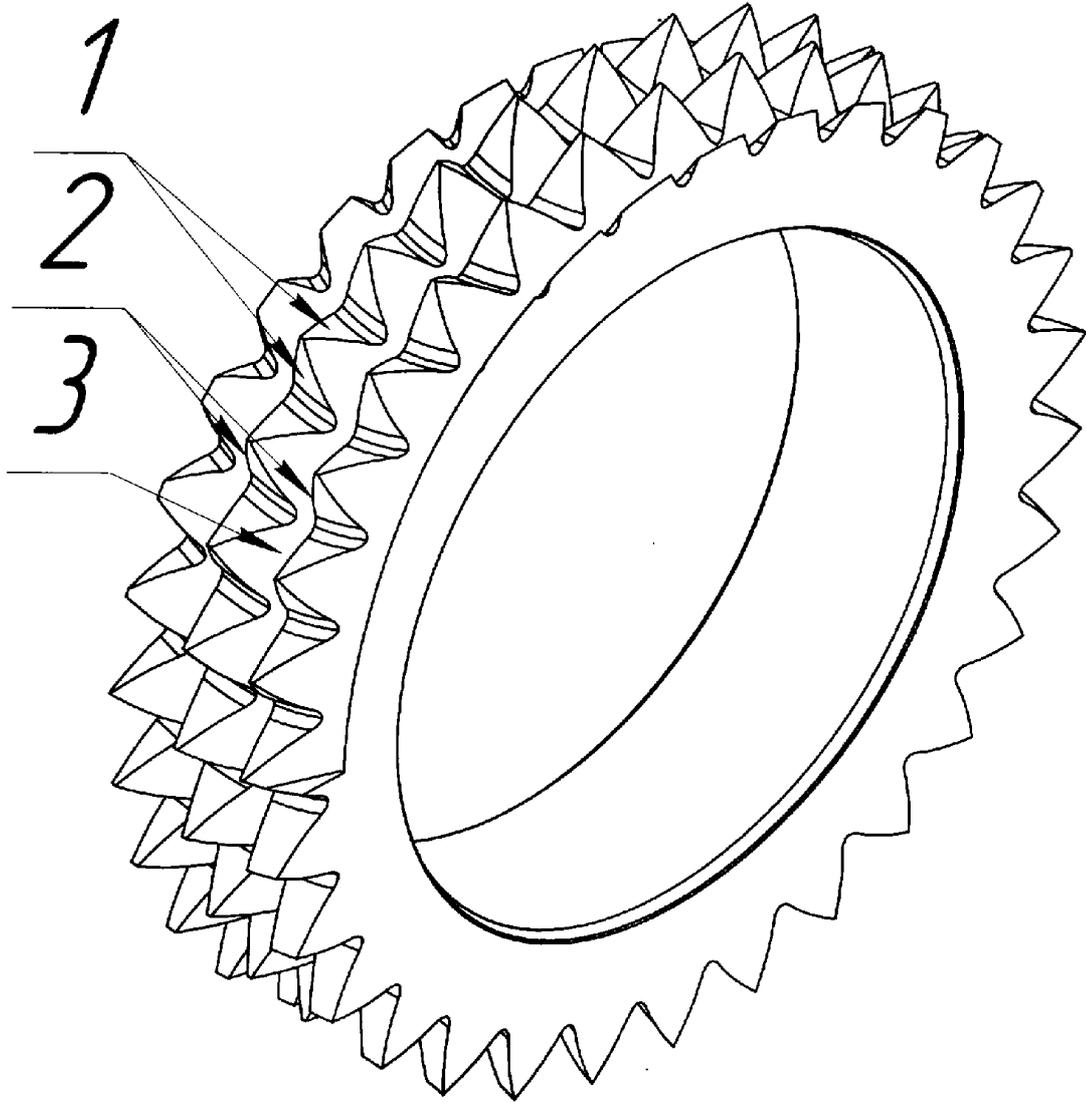
Фиг. 1

Инструмент для чистовой обработки
цилиндрических зубчатых колес.



Фиг. 2

Инструмент для чистовой обработки
цилиндрических зубчатых колес.



Фиг. 3