



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4010712/25-28

(22) 11.12.85

(46) 23.02.88. Бюл. № 7

(71) Белорусский политехнический институт

(72) В.Ф. Горошко, В.Л. Басинюк,
А.А. Якимович, Г.В. Мойсенович
и С.А. Иванов

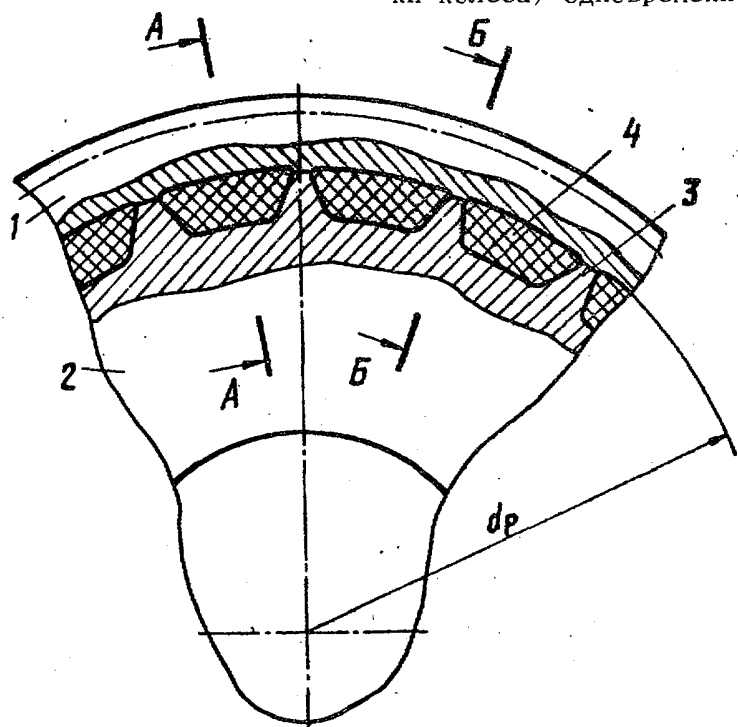
(53) 621.833(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 863946, кл. F 16 H 55/14, 1979.

Патон Б.Е., Медовар Б.И.,
Бойко Г.А. Электрошлаковое литье. -
Киев: Наукова думка, 1980, с. 15,
рис. 3.

(54) ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО И СПОСОБ ЕГО
ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к машиностроению, к зубчатым передачам. Цель - повышение надежности и долговечности зубчатого колеса, а также расширение технологических возможностей способа его изготовления, достигается за счет неразъемной и одновременно упругой связи венца со ступицей и за счет использования огнеупорного стержневого материала при литье фасонной отливки (заготовки колеса) одновременно в качестве



Фиг.1

элемента конструкции готового изделия. Ступица 2 с трапециевидными выступами 3 соединена неразъемно с венцом 1. Выступы 3 размещены в кольцевой проточке венца 1, а неразъемное соединение ступицы 2 с венцом 1 осуществлено в месте контакта вершин выступов 3 с дном кольцевой проточки венца 1. Пространство между венцом 1 и ступицей 2 с выступами 3 заполнено демпфирующим материалом 4. При работе в зацеплении венец 1 самоустанавливается под воздействием на него усилий, при этом выступы 3 работают как упругие консоли. Материал 4 снижает виброактивность колеса. Приведены геометрические соотношения для выступов. При изгото-

товлении колеса на ступице 2 выполняют выступы треугольного профиля, а на наружную поверхность ступицы 2 и в пространство между выступами наносят слой огнеупорного материала 4 так, что вершины треугольных выступов, выступающие за диаметр d_p , остаются не закрытыми материалом 4. Ступицу 2 устанавливают в кокиль и приплавляют к ней металл венца 1 методом электрошлакового литья с приплавлением. Приплавление происходит в зонах вершин треугольных выступов, оплаиваемых слоем шлака. Огнеупорный материал 4 является одновременно и демпфирующим в готовом колесе. 2 с. и 2 з.п. ф-лы, 7 ил.

1
Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано в зубчатых передачах.

Цель изобретения - повышение надежности и долговечности зубчатого колеса, а также расширение технологических возможностей способа его изготовления.

Положительный эффект достигается за счет неразъемной и одновременно упругой связи венца со ступицей. Расширение технологических возможностей способа изготовления колеса достигается за счет использования огнеупорного стержневого материала при литье фасонной отливки одновременно в качестве элемента конструкции готового изделия.

На фиг. 1 изображено зубчатое колесо, на фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - разрез Б-Б на фиг. 1; на фиг. 4 - разрез В-В на фиг. 3; на фиг. 5 - выступ ступицы перед установкой ее в литейную форму; на фиг. 6 - разрез Г-Г на фиг. 5; на фиг. 7 - схема электрошлакового литья с приплавлением.

Зубчатое колесо содержит соединенные между собой венец 1 и ступицу 2. На обращенной к венцу 1 поверхности ступицы 2 выполнены выступы 3. На обращенной к ступице 2 по-

2
верхности венца 1 выполнена кольцевая проточка (фиг. 2 и 3), в которой размещены выступы 3. Пространство между венцом 1 и ступицей 2
5, заполнено демпфирующим материалом 4. В месте сопряжения вершин выступов 3 с дном кольцевой проточки венца 1 последний соединен со ступицей 2 неразъемно. Выступы 3 в торцовом сечении колеса - трапециевидного профиля (фиг. 4) с большим основанием b_1 , обращенным к оси колеса. Диаметр d_p поверхности сопряжения вершин выступов 3 с дном кольцевой проточки венца 1 и размеры трапециевидных выступов 3 могут быть выбраны равными

$$d_p = m(z/\cos\beta - 7),$$

$$20 \quad b_1 = 18,3 \frac{T_{\max}}{[\sigma] d_p \cdot B \cdot n} \sqrt[3]{K \cdot n \mu};$$

$$b_2 = \frac{2 T_{\max}}{n \cdot B \cdot d_p [\sigma_{cp}]},$$

$$25 \quad h = 1,53 b_1 \sqrt[3]{K \cdot n \mu},$$

где d_p - диаметр поверхности сопряжения вершин выступов 3 с дном кольцевой проточки;

30 b_1 , b_2 и h - соответственно большее, меньшее основания трапеции и высота выступов 3,

- m - модуль;
 z - число зубьев колеса;
 β - угол наклона зубьев колеса;
 $T_{\text{макс}}$ - заданный максимальный момент, передаваемый колесом;
 V - длина выступов 3;
 n - число выступов 3;
 $K = 3-10$ - заданное отношение жесткости зацепления к суммарной окружной жесткости выступов 3;

$$\mu = V/V_1$$

где V_1 - ширина венца 1,

[6]

и $[\sigma_{\text{ср}}]$ - допустимые напряжения соответственно изгиба и среза для материала колеса.

Коэффициент μ может быть равным 0,15-0,3.

Способ изготовления колеса реализуется следующим образом.

На ступице 2 выполняют выступы 5 (фиг. 5 и 6) треугольного профиля с высотой $H = h \frac{b_1}{b_1 - b_2}$. При этом диаметр d_c заготовки ступицы определяют как

$$d_c = d_p + 2h \frac{b_2}{b_1 - b_2}$$

На наружную поверхность ступицы 2 и на торцовые поверхности выступов 5 наносят слой d' огнеупорного материала 4, обладающего демпфирующими свойствами. Пространство между выступами 5 заполняют кольцевым слоем h огнеупорного материала 4 (фиг. 5). Расстояние от основания выступов 5 до периферии торцового и кольцевого слоев материала 4 делают меньшим высоты выступов 5, т.е. $h < H$. Ступицу 2 с нанесенным на нее материалом 4 устанавливают в литейную форму 6 (фиг. 7) с радиальным зазором и заполняют зазор расплавленным металлом 7 методом электрошлакового литья с приплавлением, при котором на поверхности заливаемого снизу в форму 6 металла 7 располагается слой 8 расплавленного шлака.

При работе зубчатого колеса место неразъемного соединения вершин выступов 3 с дном кольцевой проточки венца 1 обеспечивает повышенную податливость венца 1 относительно ступицы 2 за счет работы выступов 3 как упругих консолей. Слой демпфирующего материала 4 снижает виброактивность колеса. Толщину слоя d' для крупномодульных широковенцовых зубчатых колес можно принимать равной 0,3-0,5 мм, что обеспечивает реальный диапазон углов самоустановки венца 1 по отношению к зубчатому колесу (не показано).

Выражение для d_p получено из диапазона оптимальных толщин венца 1, удовлетворяющих одновременно и условиям прочности соединения венца 1 со ступицей 2 и условиям пониженной виброактивности колеса. Геометрия выступов 3 определена прочностным расчетом, причем диапазон коэффициента μ определяется оптимальным соотношением между прочностью и податливостью неразъемного соединения вершин выступов 3 с дном кольцевой проточки венца 1.

В процессе изготовления колеса по предлагаемому способу радиальный зазор между ступицей 2 с выступами 5 и формой 6 принимается равным суммарной величине толщины зубчатого венца 1 и высоты зубьев с учетом припуска на механическую обработку. Радиальный зазор сифонным способом заполняется расплавленным металлом 7 со слоем 8 расплавленного шлака. При этом шлак, поступающий в литейную форму 6, соприкасаясь с ее стенками, остывает на них, образуя шлаковую оболочку, защищенную от соприкосновения с расплавленным металлом 7 стенки литейной формы 6, исключая непосредственный контакт и прихватывание металла 7 к металлической форме 6.

Шлак, исключая выгорание легирующих компонентов и в то же время контактируя с выступами 5 на ступице 2, оплавляет их, так как теплообмен между ступицей 2 и расплавленным шлаком и металлом 7 ограничен в результате наличия переходной зоны в виде выступов 3, впадины которых заполнены огнеупорным материалом 4. Тугоплавкий материал 4 исключает оплавление выступов 5 более, чем на величину $\Delta = H - h$.

Пример. Изготавливают ступицу, имеющую 40 треугольных выступов с наружным диаметром $d_c = 932$ мм. Выступы располагаются равномерно по

окружности и имеют высоту $H = 126$ мм и ширину у основания $b_1 = 20$ мм. Впадины между выступами заполняются тугоплавким материалом (цирконом) на высоту $h = 113$ мм. Ступица на оправке устанавливается в форму (кокиль с внутренним диаметром 1000 мм). В зазор между кокилем и ступицей сифонным способом подается расплавленный металл со шлаком. Вершины выступов, оплавившись, образуют неразъемное соединение венца и ступицы. После полной кристаллизации расплавленного металла заготовка извлекается из кокиля, и по серийной технологии нарезаются зубья.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Зубчатое колесо, содержащее соединенные между собой венец и ступицу, на обращенных поверхностях которых выполнены соответственно кольцевая проточка и размещенные в ней выступы, а пространство между венцом и ступицей заполнено демпфирующим материалом, отличающееся тем, что, с целью повышения надежности и долговечности, венец со ступицей соединены неразъемно в месте сопряжения вершин выступов с дном кольцевой проточки, а выступы в торцовом сечении колеса - трапециевидного профиля с большим основанием, обращенным к оси колеса.

2. Зубчатое колесо по п. 1, отличающееся тем, что диаметр поверхности сопряжения вершин выступов с дном кольцевой проточки и размеры выступов выбраны равными

$$d_p = m(z/\cos\beta - 7) ;$$

$$b_1 = 18,3 \frac{T_{\max}}{[\delta] d_p \cdot B \cdot n} \sqrt[3]{K \cdot n \cdot \mu} ;$$

$$b_2 = \frac{2T_{\max}}{n \cdot B \cdot d_p [\sigma_{\text{ср}}]} ;$$

$$h = 1,53 b_1 \sqrt[3]{K \cdot n \cdot \mu} ;$$

где d_p - диаметр поверхности сопряжения вершин выступов с дном кольцевой проточки;

- 5 b_1, b_2 и h - соответственно большее, меньшее основания трапеции и высота выступов;
- 10 m - модуль;
- z - число зубьев колеса;
- β - угол наклона зубьев колеса;
- T_{\max} - заданный максимальный момент, передаваемый колесом;
- 15 B - длина выступов;
- n - число выступов;
- $K=3-10$ - заданное отношение жесткости зацепления к суммарной окружной жесткости выступов,
- 20 $\mu = B/B_1$

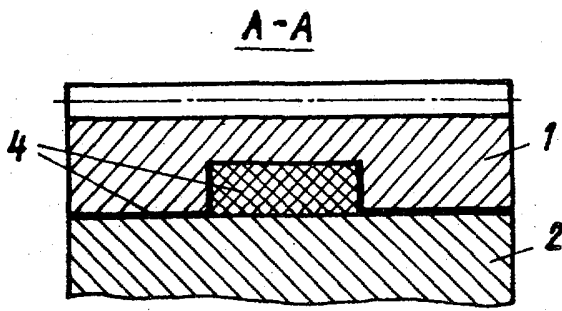
где B_1 - ширина венца,

$[\delta]$

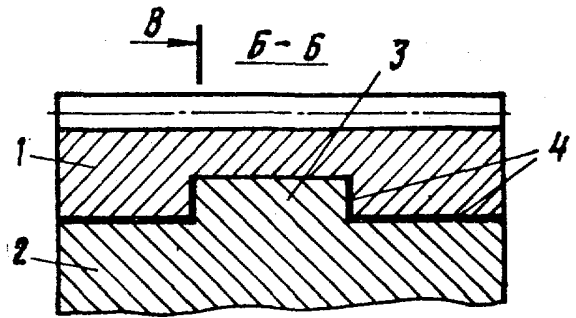
и $[\sigma_{\text{ср}}]$ - допустимые напряжения соответственно изгиба и среза для материала колеса.

3. Зубчатое колесо по п. 2, отличающееся тем, что μ выбрано равным 0,15-0,3.

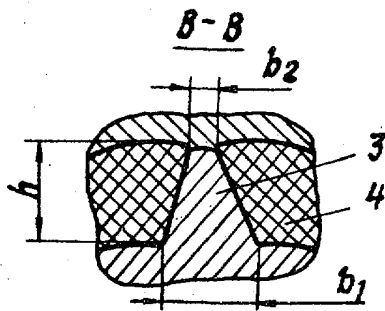
4. Способ изготовления зубчатого колеса, заключающийся в том, что выполняют на ступице выступы, устанавливают в литейную форму с радиальным зазором и заполняют зазор расплавленным металлом методом электрошлакового литья с приплавлением для образования венца, отличающийся тем, что, с целью расширения технологических возможностей, перед установкой ступицы в литейную форму на ее наружную поверхность и на торцовые поверхности выступов наносят слой огнеупорного материала, обладающего демпфирующими свойствами, пространство между выступами заполняют кольцевым слоем этого же материала, а расстояние от основания выступов до периферии торцового и кольцевого слоев выбирают меньшим высоты выступов.



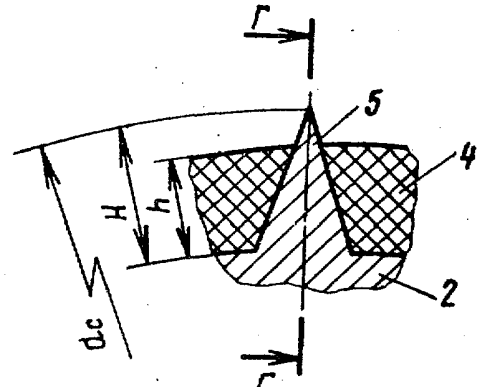
Фиг. 2



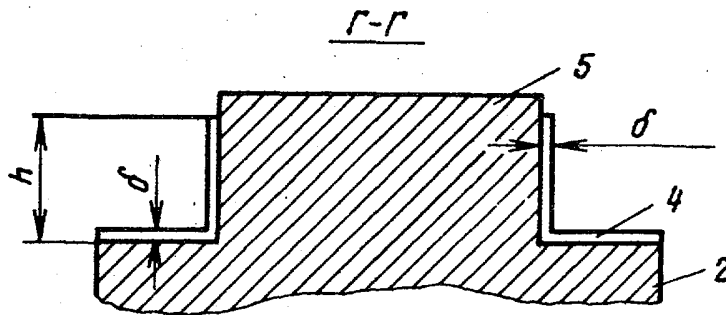
Фиг. 3



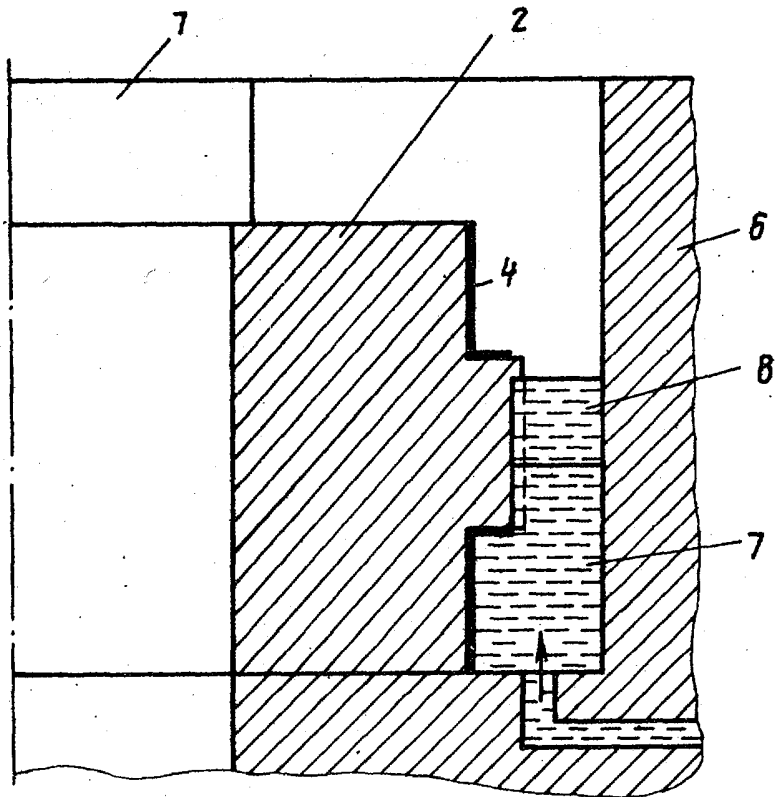
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

Редактор И.Горная Составитель М.Левинский Техред Л.Сердюкова Корректор О.Кравцова

Заказ 764/38

Тираж 784

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4