

## МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МЕТАЛООБРОБКА

УДК 621.7-2

© Маргуліс М.В.<sup>1</sup>, Костенко Е.Е.<sup>2</sup>

### РАЗРАБОТКА НОВОЙ ПРОГРЕССИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗУБЬЕВ ПЛОСКИХ КОЛЕС

*В данной статье представлен новый прогрессивный способ получения зубьев на плоском зубчатом колесе методом пластической деформации заготовки с использованием двух накатных роликов, поочередно совершающих возвратно-поступательное движение в направлении непересекающемся с осью установочной поверхности заготовки. Рабочие поверхности роликов соответствуют получаемой форме зуба. Приведены схемы установки и накатывания зубьев. Представлен необходимый материал и термообработка накатного инструмента.*

**Ключевые слова:** прогрессивная технология, накатные ролики, получение зубьев, пластическая деформация, плоское зубчатое колесо, процесс накатывания.

*Маргуліс М.В., Костенко Є.Є. Розробка нової прогресивної технології отримання зубів плоских коліс. У даній статті представлений новий прогресивний спосіб отримання зубів на плоскому зубчастому колесі методом пластичної деформації заготовки з використанням двох накатних роликів які по черзі роблять зворотнопоступальний рух в напрямку, що не перетинається з віссю установочної поверхні заготовки. Робоча поверхня роликів відповідає одержуваній формі зуба. Наведено схеми установки і накочення зубів. Представлений необхідний матеріал і термообробка накатного інструменту.*

**Ключові слова:** прогресивна технологія, накатні ролики, отримання зубів, пластична деформація, плоске зубчасте колесо, процес накочування.

*M.V. Margulis, Y.Y. Kostenko. New progressive technology of flat gears processing development. Relevant scientific and technical problems in relation to mechanical engineering is development of new technological processes that make it possible to achieve high accuracy and durability of machine parts that meet the requirements imposed on them. So it is important to develop a new method to make a flat gear teeth by plastic deformation of the ingot. The article deals with the actual problem of improving productivity and quality of plane wheels teeth that are widely used in advanced wave, planetary and other transmissions. A progressive method to produce flat gear teeth gear by plastic deformation of the ingot with two knurl rollers alternately moving reciprocally in the direction not intersecting the axis of the ingot mounting surface has been described in the article. The working surface of the rollers corresponds to the resulting shape of the teeth. The schemes of the teeth installing and knurling have been shown. The necessary material and the heat treatment of the knurling tools have been described. Its use will significantly increase the wear resistance of the working surfaces of the teeth and their durability as well as to increase productivity and its manufacturing costs. The material of the rollers is BC15steel. The surface layer of the knurling tools was subjected to nitration, surface hardness being up to 65 HRC. Knurling is made in the 5236P shaper suited for this purpose.*

**Keywords:** advanced technology, knurling, getting teeth, plastic deformation, flat gear.

<sup>1</sup> д-р техн. наук, професор, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет» з. Мариуполь

<sup>2</sup> магістр, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», з. Мариуполь, [kostenkoeor1@gmail.com](mailto:kostenkoeor1@gmail.com)

**Постановка проблеми.** Актуальною науково-технічною задачею применительно к машиностроению является разработка новых технологических процессов, позволяющих достигнуть высокой точности, износостойкости и точности изготовления деталей машин, отвечающим предъявляемым к ним требованиям. В связи с этим, важна разработка нового способа получения зубьев на плоском зубчатом колесе методом пластической деформации заготовки.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В опубликованном патенте приведен способ нарезания плоских зубчатых колес, осуществляемый на зубофрезерных станках укороченной червячной фрезой [1].

На рис. 1а изображена схема нарезания плоского колеса червячной фрезой; на рис. 1б – схема установки фрезы при нарезании колеса передачи с пересекающимися осями; на рис. 1в – схема установки фрезы при нарезании колеса со скрещивающимися осями. Данный способ характеризуется низкой производительностью в связи с использованием укороченной червячной фрезы (имеющей малое число витков зубьев). Рационален только для мелкосерийного производства.

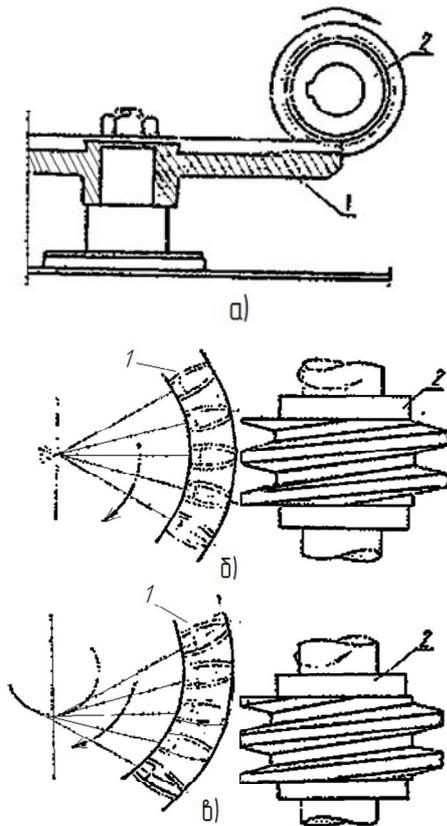


Рис. 1 – Способ нарезания плоских зубчатых колес цилиндрических передач методом обкатки на зуборезных станках: 1 – плоское колесо; 2 – фреза

Известен также способ нарезания плоского зубчатого колеса путем продольной подачи цилиндрической фрезы вдоль оси заготовки на величину равную высоте одного зуба [2].

На рис. 2а изображено плоское спиральнозубое колесо, нарезаемое фрезой; на рис. 2б – схема сектора фрезы с основными параметрами.

Недостатком данного способа является то, что он рекомендуется для нарезания только круговых зубьев. Тогда как чаще используются эвольвентные зубья для зубчатых передач.

В опубликованном патенте показан способ нарезания плоского колеса с модифицированной формой зуба (рис. 3), осуществляемый установленными на оправке двумя дисковыми модульными фрезами, расположенными на расстоянии в два шага зацепления одна от другой перпендикулярно плоскости впадины зуба и имеющими прямолинейные режущие кромки [3]. Середину инструмента располагают напротив впадины между зубьями, в результате прорезают две канавки на необходимую глубину, потом поворачивают плоское колесо на угловое расстояние между зубьями и прорезают другие две канавки и т. д.

На рис. 3а – схематически изображено плоское колесо с частично нарезанными зубьями; на рис. 3б – вид А на рис. 3а.

Недостатком такого процесса является невозможность его использования для нарезания колес с немодифицированной формой зубьев, что ограничивает получение других видов зубьев. Для каждого модуля используется соответствующий дорогостоящий инструмент.

С целью исключения указанных недостатков в ранее опубликованных способах была поставлена задача усовершенствовать способ получения зубьев на плоских зубчатых колесах, в котором за счет замены вида обработки улучшается качество рабочих поверхностей зубьев, а также снижается трудоемкость и себестоимость изготовления зубчатых колес.

**Цель статьи** – Разработка прогрессивного метода получения зубьев на плоских колесах методом пластического деформирования с высокой точностью и износостойкостью с использованием нового инструмента и станка с высокой жесткостью, обеспечивая высокую жесткость технологической системы СПИД (станок, приспособление, инструмент, деталь).

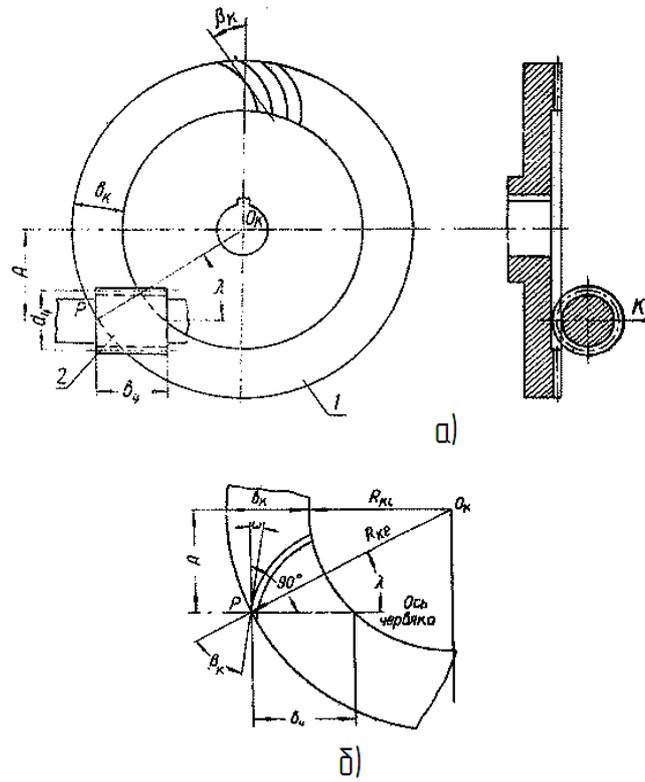


Рис. 2 – Способ нарезания плоского зубчатого колеса: 1 – плоское колесо; 2 – цилиндрическая червячная фреза

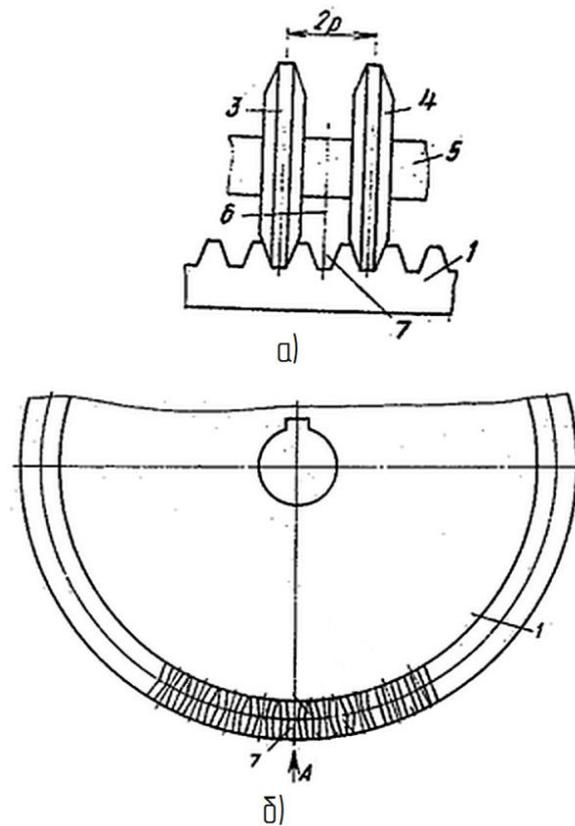


Рис. 3 – Способ нарезания плоского колеса: 1 – плоское колесо; 3 и 4 – дисковые модульные фрезы; 5 – оправка; 6 – середина инструмента; 7 – впадина между зубьями

**Изложение основного материала.** На предлагаемый способ изготовления зубьев была подана заявка на получение патента (№ УИ201501244 от 16.02.15).

Формообразование зубьев осуществляется методом пластической деформации заготовки с использованием двух накатных роликов, совершающих возвратно-поступательное движение в направлении, не пересекающемся с осью установочной поверхности заготовки, а рабочая поверхность роликов соответствует получаемой форме зуба [4].

В качестве материала для деформирующих роликов принята сталь ШХ15 ГОСТ 801-78. Поверхностный слой накатного инструмента подвергается азотированию до твердости поверхности  $\approx 65...70$  HRC. Твердость заготовки до  $30...34$  HRC.

Накатывание предполагается на зубострогальном станке модели 5236П, который имеет необходимые движения для решения зубонакатывания (рис. 4). Движение накатывания на этом станке – это возвратно-поступательное движение ползуну 6, на которых крепятся рабочие инструменты. Движение подачи – круговое движение со сменным вектором движения люльки с роликами. Движение обкатки – вращение заготовки в процессе обработки каждого зуба. Вспомогательное движение – механическое отведение салазок бабки изделия. Преимуществами данного станка является простота и высокая жесткость конструкции, что обеспечивает широкий диапазон высокоточного изготовления зубьев различных модулей.

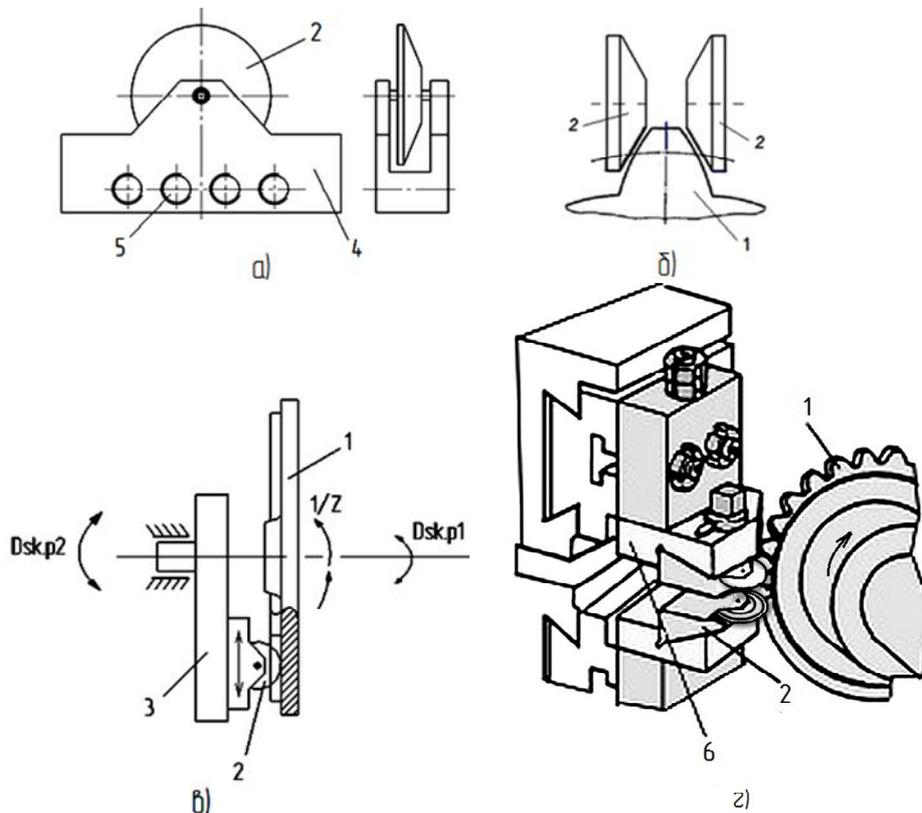


Рис. 4 – Схемы установки и накатывания: 1 – накатываемое зубчатое колесо, 2 – накатной ролик, 3 – люлька, 4 – державка, 5 – отверстия для крепления к ползуну, 6 – ползун

На рис. 4 представлены схемы установки и накатывания зубьев. Накатные ролики 2 крепятся на державках 4, которые неподвижно установлены на ползунах 6 (рис. 4г). Поворотные направляющие ползуну 6 на станке устанавливаются в соответствии с углом наклона зуба.

На рис. 4а представлена конструкция нового формообразующего инструмента, на рис. 4б и рис. 4г показана установка инструмента (двух роликов) относительно заготовки колеса (установка не указана), рис. 4в – схема накатывания рабочих поверхностей зубьев.

Заготовка 1 (рис. 4в) с помощью делительного устройства (на схеме не показано) осуществляет расчетный угловой поворот после обработки очередного зуба. Угловой поворот заго-

товки осуществляется синхронно с возвратно-поступательным движением ролика в процессе перехода от одного зуба к другому. Описанная технология получения зубьев характеризуется высокой производительностью.

#### Выводы

Применение предложенного способа получения зубьев обеспечивает высокую точность (7 степень и выше), низкую шероховатость (1,6...0,8 мкм) и высокую износостойкость накатанного рабочего слоя зубьев при передаче рабочих нагрузок.

#### Список использованных источников:

1. А.с. 86732 СССР, МПК В 23 F 9/14. Способ нарезания плоских зубчатых колес цилиндрических передач методом обкатки на зуборезных станках / З.Е. Вайнер, И.И. Княжицкий, Л.Б. Эрлих. – №398132; заявл. 30.05.49; опубл. 01.01.50. – 2 с.
2. А.с. 142135 СССР, МПК В 23 F 1/06. Способ нарезания плоского зубчатого колеса / Б.Д. Зотов, В.А. Овчинников. – №681901; заявл. 13.10.60; опубл. 01.01.61. – 3 с.
3. А.с. 1726170 СССР, МПК В 23 F 15/06, В 23 F 17/00. Способ нарезания плоского колеса плоскоцилиндрической передачи / П.Ф. Дейнеко. – №4692816; заявл. 19.05.89; опубл. 15.04.92. – 4 с.
4. Барбарич М.В. Накатывание цилиндрических зубчатых колес / М.В. Барбарич, М.В. Хоруженко. – М. : Машиностроение, 1970. – 191 с.

#### Bibliography:

1. Inventor's certificate 86732 USSR, Int. Cl. B 23 F 9/14. Method for cutting flat serrated wheel cylinder bevel gears by running at gear-cutting machines / Z.Ye. Vayner, I.I. Knyazhitskiy, L.B. Erlikh. – №398132; filed 30.05.49; publication 01.01.50. – 2 p. (Rus.)
2. Inventor's certificate 142135 USSR, Int. Cl. B 23 F 1/06. Method for cutting plane gear / V.A. Ovchinnikov, B.D. Zotov. – №681901; filed 13.10.60; publication 01.01.61. – 3 p. (Rus.)
3. Inventor's certificate 1726170 USSR, Int. Cl. B 23 F 15/06, B 23 F 17/00. Method for plane cutting wheels valium transmission / P.M. Deyneko. – №4692816; filed 19.05.89; publication 15.04.92. – 4 p. (Rus.)
4. Barbarych M.V. Wrapping spur gears / M.V. Barbarych, M.V. Khoruzhenko. – М. : Mashinostroenie, 1970. – 191 p. (Rus.)

Рецензент: С.С. Самоутугин,  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 15.04.2015

УДК 681.7.054.2

© Маргулис М.В.<sup>1</sup>, Исламгериев Р.А.<sup>2</sup>

#### РАЗРАБОТКА НОВОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ВАЛОВ

*В статье изложены причины разработки нового универсального станочного приспособления – смещаемого токарного центра. Описана его конструкция и принцип работы. Рассмотрена схема токарной обработки эксцентрикового вала волновой прецессионной передачи с промежуточными телами качения с применением предлагаемого приспособления.*

**Ключевые слова:** токарное приспособление, смещаемый центр, универсальность, эксцентриситет, вал.

<sup>1</sup> д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь  
<sup>2</sup> студент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь,  
[islamgeriev-ruslan@yandex.ua](mailto:islamgeriev-ruslan@yandex.ua)