PolotskSU

УДК 621.91.04

АНАЛИЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ СХЕМЫ ПОЛИГОНАЛЬНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕУГОЛЬНИКА РЕЛО МЕТОДОМ ОГИБАНИЯ

А.А. ДАНИЛОВ
Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Определены параметры схемы полигонального профилирования треугольника Рело методом огибания инструментом с круговыми режущими кромками. Показана возможность реализации этого метода на зубодолбежном станке без его модернизации созданными инструментами.

Треугольник Рело *ABC* (рисунок 1) представляет пересечение трех дуг окружности одного радиуса, равного ширине b треугольника, которые касаются вписанной в него окружности радиуса r . Вершины треугольника расположены на описанной окружности радиуса R_o. Параметры r и R_o связаны с шириной b известными зависимостями: $R_0 = b/\sqrt{3}; r = b\left(1 - {}^{1}/_{\sqrt{3}}\right)$.

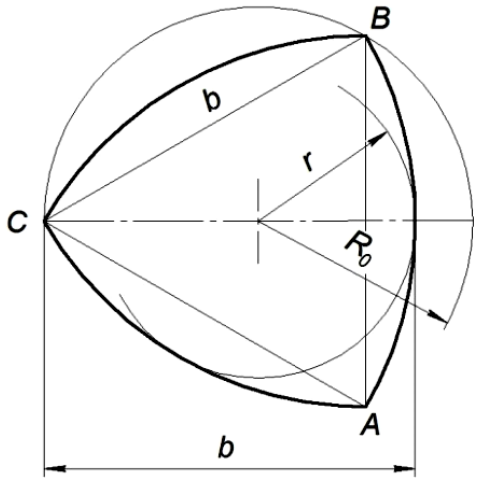


Рисунок 1. – Геометрия треугольника Рело

Для освоения с минимальными затратами производства деталей с таким профилем актуальна разработка технологий их обработки на универсальных станках, реализующих прогрессивные методы формообразования. Эта задача рассматривается ниже применительно к обработке открытых и полузакрытых поверхностей на зубодолбежном станке.

PolotskSU

Известен способ обработки таких поверхностей на зубодолбежном станке методом обката [1], по которому специальному долбяку *1* (рисунок 2) и заготовке *2* сообщают согласованные противоположно направленные вращательные движения, соответственно B_1 и B_2. Недостатки способа – сложность изготовления и переточки режущего инструмента, а также влияние геометрии режущей кромки на точность формообразования профиля поверхности. Они устраняются при полигональном профилировании методом огибания производящей окружностью [2] (рисунок 3). Заготовке *1* и режущему инструменту *2* сообщают одинаково направленные вращательные движения B_1 и B_2 с равными угловыми скоростями вокруг параллельных осей, соответственно *3* и *4*.

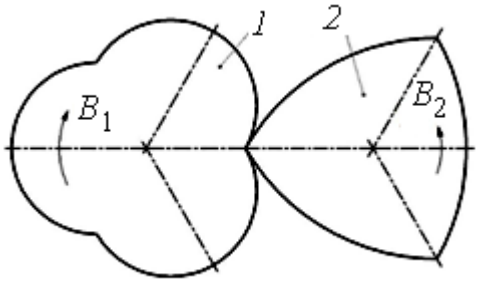


Рисунок 2. – Схема формирования треугольника Рело методом обката

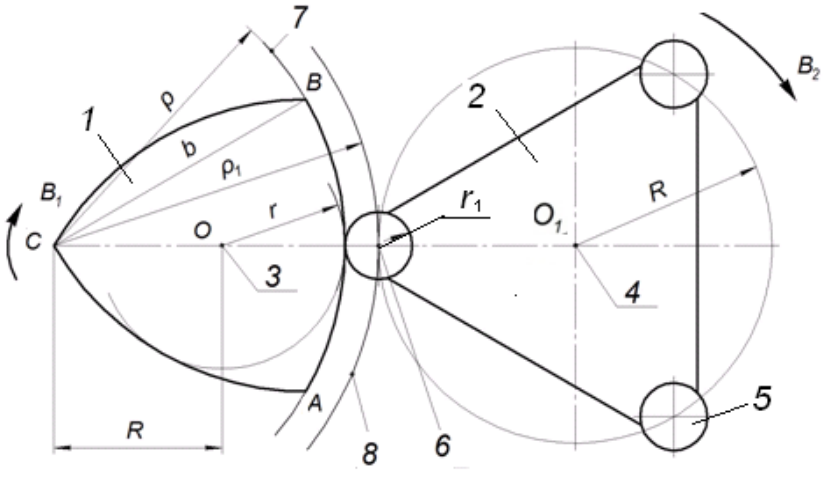


Рисунок 3. – Схема формирования треугольника Рело методом огибания

Инструмент имеет три режущих лезвия *5*, например, в виде круглых сменных пластин радиусом r_1, центры *6* круговых режущих кромок которых равномерно расположены по окружности радиусом *R*.

Значение R определяется из схемы профилирования (см. рисунок 3), согласно которой окружность 7 радиусом ρ, ограничивающая сторону AB

треугольника Рело ABC, формируется как огибающая окружности радиусом r1, центр которой перемещается относительно заготовки 1 по окружности 8 радиусом ρ1, эквидистантой окружности 7. Окружность 8 является траекторией точки 6 в движении относительно неподвижной заготовки 1. Аналитически установлено, что центр окружности 8 смещён влево от оси 3 вращения заготовки 1 на расстояние OC, равное R. С другой стороны, OC – радиус описанной вокруг треугольника Рело окружности Ro (см. рисунок 1), следовательно, R = Ro и R = b/√3 .

Так как окружность 7 эквидистантна окружности 8, то ее центр также расположен в той же точке C, что и центр окружности 8. Поэтому линию 7 можно рассматривать как окружность, формирующую сторону AB треугольника Рело ABC шириной b.

Окружность 7 образует на заготовке 1 профиль AB одной из граней поверхности детали. Так как угловые скорости заготовки 1 и режущего инструмента 2 равны, то две его другие круговые режущие кромки формируют остальные стороны CB и CA треугольника Рело.

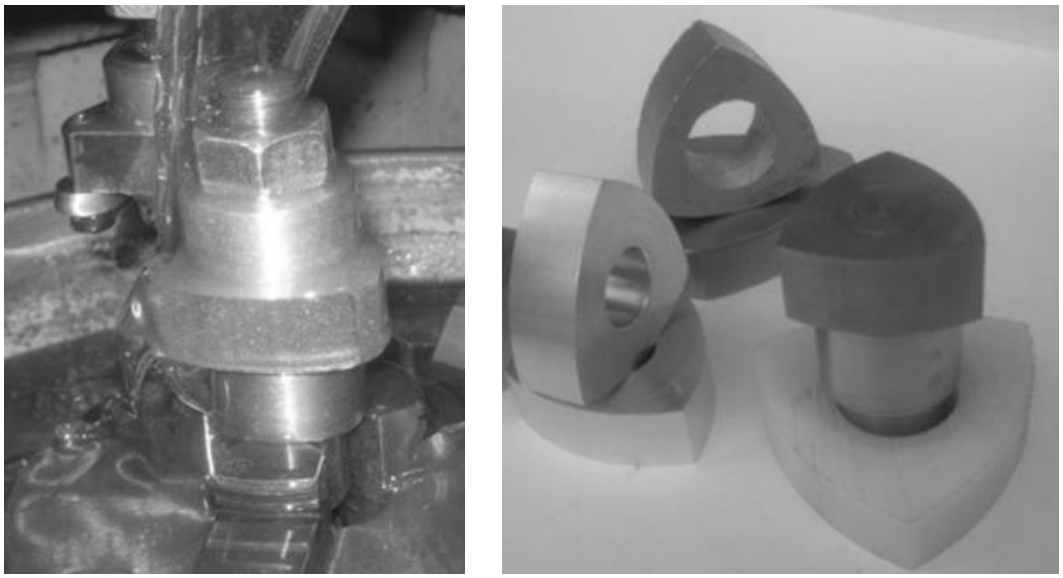
В соответствии с рисунком 3 b=R+r, следовательно, радиус r1 круговой режущей кромки не влияет на ширину b формируемого треугольника Рело, что позволяет многократно перетачивать режущие лезвия 5 или периодически заменять их. Благодаря этому профилирование треугольника Рело методом огибания круговой режущей кромкой имеет существенные преимущества по сравнению с методом обката долбяком с криволинейными режущими кромками [1], от формы которых зависит образуемый профиль. Оснащение инструмента сменными круглыми пластинками позволяет технически просто восстанавливать его режущую способность и точность, что невозможно при применении технологии [1].

Достоверность результатов аналитического исследования подтверждена компьютерным моделированием и экспериментально на зубодолбежном станке (рисунок 4) цельным инструментом с круговыми режущими кромками и инструментом со сменными круглыми режущими пластинками [3]. Подтверждена возможность полигонального формирования треугольника Рело методом огибания на зубодолбежном станке обкатного типа без его модернизации. Установлено, что созданные инструменты обеспечивает шероховатость обработки поверхности с профилем поверхностей в виде треугольника Рело опытными образцами инструментов Ra = 1,01-1,15 мкм и 8-9 квалитеты точности геометрических параметров обработанных деталей, что позволило рекомендовать разработанную технологию к

PolotskSU

PolotskSU

использованию в производстве деталей профильных моментопередающих соединений.



а *б*

Рисунок 4. – Рабочая зона станка (а) и образцы обработанных изделий (б)

ЛИТЕРАТУРА

1. Понкратов, П.А. Разработка эффективного долбежного инструмента для обработки сложных криволинейных поверхностей: автореф. дис. … канд. техн. наук / П.А. Понкратов.– Курск, 2013 г. – 20 с.

2. Способ обработки некруглых деталей с треугольным профилем равной ширины : Евразийский патент 031383 / А.А. Данилов, В.А. Данилов. – Опубл. 28.12.2018.

3. Пантелеенко, Ф.И. Обработка моментопередающих поверхностей с профилем в виде треугольника Рело на зубодолбежном станке / Ф.И. Пантелеенко, А.А. Данилов, И.К. Карась // Горная механика и машиностроение. – 2018. – №4. – С. 59-65.

PolotskSU

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО «НПО «ЦЕНТР
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Инновационные технологии в машиностроении

Электронный сборник материалов международной
научно-технической конференции,
посвященной 50-летию машиностроительных специальностей
и 15-летию научно-технологического парка
Полоцкого государственного университета
(Новополоцк, 21-22 апреля 2020 г.)

ИнноТехМаш

Под редакцией
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

Об издании – 1, 2

PolotskSU

УДК 621(082)

Редакционная коллегия:
Н. Н. Попок (председатель), В. П. Иванов (зам. председателя),
Р. С. Хмельницкий (отв. Секретарь), А.В. Дудан, В. А. Данилов, Е.В. Бритик

Инновационные технологии в машиностроении [Электронный ресурс] : электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 21-22 апр. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-691-7.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудования механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин, автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других машин.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

Прилагаются титульные листы презентаций докладов участников конференции.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.popok@psu.by

№ госрегистрации 3141815008
ISBN 978-985-531-691-7 © Полоцкий государственный университет, 2020

PolotskSU

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Компьютерный дизайн *Е. А. Балабуевой*
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

Подписано к использованию 23.04.2020.
Объем издания: 10,9 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 264.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
http://www.psu.by