

"ИННОВАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ"

(ИНМАШ-2017)

**VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

"INNOVATIONS IN MECHANICAL ENGINEERING"

(ISPCIME-2017)

**VIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE**



**СБОРНИК ТРУДОВ
MATERIALS**

**28-30 СЕНТЯБРЯ / 28-30 SEPTEMBER 2017
НОВОСИБИРСК, РОССИЯ / NOVOSIBIRSK, RUSSIA**

**НОВОСИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

**NOVOSIBIRSK
STATE
TECHNICAL
UNIVERSITY**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Новосибирский государственный технический университет
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
Бийский технологический институт
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

**ИННОВАЦИИ
В МАШИНОСТРОЕНИИ
(ИнМаш – 2017)**

**INNOVATIONS
IN MECHANICAL
ENGINEERING
(ISPCIME – 2017)**

VIII Международная
научно – практическая конференция

VIII International scientific and
practical conference

Сборник трудов

Materials

Конференция организована при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований

28 – 30 сентября / September 2017 г.

Новосибирск, Россия / Novosibirsk, Russia

УДК 621.002.2:005.591.6 (063)

И 665

И 665 **Инновации в машиностроении**: сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции / под ред. Х.М. Рахимянова . – Новосибирск: Изд – во НГТУ, 2017. – 592 с.

ISBN 978-5-7782-3326-3

В сборнике представлены труды 8-ой Международной научно-практической конференции «Инновации в машиностроении (ИнМаш – 2017)», посвященные современным проблемам развития машиностроительной отрасли. Представлены разработки в области оборудования, инновационных технологий, автоматизации производства, материаловедении, экономики, менеджмента и образования в области машиностроения.

Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 17 – 08 – 20456 Г.

Организационный комитет

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Батаев Анатолий Андреевич – доктор технических наук, профессор, ректор Новосибирского государственного технического университета (г. Новосибирск, Россия)

Почетные члены комитета

Томас Хассел – доктор технических наук, Ганноверский университет Вильгельма Лейбница (г. Гарбсен, Германия)

Монико Грайф – профессор, доктор технических наук, Высшая школа Рейн-Майн, Университет прикладных наук (г. Рюссельхайм, Германия)

Флориан Нюрнбергер – доктор технических наук, Ганноверский университет Вильгельма Лейбница (г. Гарбсен, Германия)

Пантелеенко Фёдор Иванович – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, Белорусский национальный технический университет (г. Минск, Беларусь)

Альгин Владимир Борисович – доктор технических наук, профессор, Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси (г. Минск, Беларусь)

Хейфец Михаил Львович – доктор технических наук, профессор, Отделение физико-технических наук НАН Беларуси (г. Полоцк, Беларусь)

Клименко Сергей Анатольевич – доктор технических наук, профессор, Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины (г. Киев, Украина)

Сунь Чан Сюн – доктор технических наук, профессор, Харбинский политехнический университет (г. Харбин, КНР)

Счигёл Норберт – доктор технических наук, профессор, Ченхостовский технологический университет (г. Ченстохова, Польша)

Петрова Мариана Матеева – доктор физ. мат наук, профессор, г. Велико Тырново, Болгария;

Суслов Анатолий Григорьевич – доктор технических наук, профессор МАМИ (г. Москва, Россия)

Фомин Василий Михайлович – доктор технических наук, профессор, академик РАН, ИТПМ СО РАН (г. Новосибирск, Россия)

Зайдес Семен Азикович – доктор технических наук, профессор, ИрГТУ (г. Иркутск, Россия)

Янюшкин Александр Сергеевич – доктор технических наук, профессор, БрГУ (г. Братск, Россия)

Попов Андрей Юрьевич – доктор технических наук, профессор, ОмГТУ (г. Омск, Россия)

Марков Андрей Михайлович – доктор технических наук, профессор, АлтГТУ (г. Барнаул, Россия)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатели

Рахимянов Харис Магсуманович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии машиностроения НГТУ (г. Новосибирск, Россия)

Батаев Владимир Андреевич – доктор технических наук, профессор, заместитель заведующего кафедрой материаловедения в машиностроении НГТУ (г. Новосибирск, Россия)

Буров Владимир Григорьевич – доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения в машиностроении НГТУ (г. Новосибирск, Россия)

Заместители председателей

Иванцовский Владимир Владимирович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой проектирования технологических машин НГТУ (г. Новосибирск, Россия)

Блюменштейн Валерий Юрьевич – доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения КузГТУ (г. Кемерово, Россия)

Атапин Владимир Григорьевич – доктор технических наук, профессор кафедры прочности летательных аппаратов НГТУ (г. Новосибирск, Россия)

Секретариат конференции

Гаар Надежда Петровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения НГТУ (г. Новосибирск, Россия)

Семенова Юлия Станиславовна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения НГТУ (г. Новосибирск, Россия)

Члены комитета

Беляев Вячеслав Николаевич – кандидат технических наук, доцент, БТИ АлтГТУ (г. Бийск, Россия)

Клепцов Александр Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой технологии машиностроения КузГТУ (г. Кемерово, Россия)

Кречетов Андрей Александрович – кандидат технических наук, доцент, и. о. ректора КузГТУ (г. Кемерово, Россия)

Останин Олег Александрович – директор ООО «МИП Техмаш» (г. Кемерово, Россия)

Фирсов Александр Максимович – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой МРСИИ БТИ АлтГТУ (г. Бийск, Россия)

Рахмянов Андрей Харисович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения НГТУ (г. Новосибирск, Россия)

Рахмянов Константин Харисович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения НГТУ (г. Новосибирск, Россия)

УДК 621.002.2:005.591.6 (063)

ISBN 978-5-7782-3326-3 © Новосибирский государственный технический университет, 2017
© Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2017
© Бийский технологический институт, 2017
© Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2017

РАСЧЁТ ПРОФИЛЯ КРУГЛОГО ФАСОННОГО РЕЗЦА

*ДУДАК Н. С., канд. техн. наук, доцент,
КАСЕНОВ А. Ж., канд. техн. наук,
ИТЫБАЕВА Г. Т., канд. техн. наук,
МУСИНА Ж. К. канд. техн. наук*

(Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан)

Касенов А.Ж. – 140008, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова 64,
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,
е – mail: asylbek_kasenov@mail.ru

Аннотация

Рассмотрен новый способ расчёта круглых фасонных резцов с базовой линией – графический и аналитический. В отличие от существующей методики индивидуального профилирования, в зависимости от фасонного профиля детали предложена методика, которая систематизирует графический расчёт и позволяет применить унифицированный подход и легко автоматизировать расчёт.

Разработан простой и наглядный способ графического и коррекционного аналитического расчёта круглых фасонных резцов с базовой линией: графическое профилирование круглого фасонного резца состоит из двенадцати этапов; коррекционное аналитическое профилирование круглого фасонного резца включает семь шагов.

Ключевые слова: Круглый фасонный резец, базовая линия, графическое профилирование, аналитическое профилирование, новая методика расчёта, автоматизация расчёта, проекции, узловые точки, алгоритм расчёта, проекции фасонного резца, шаги графического профилирования, шаги аналитического профилирования.

Введение

Для возможности автоматизации и сокращения времени расчёта фасонных резцов с базовой линией предлагается новый способ расчёта фасонных резцов графическим и аналитическим профилированием.

Новый способ графического профилирования круглого фасонного резца с заточкой передней поверхности под углами $\varepsilon_p > 0$ и $\varepsilon_B = \varepsilon_{np} > 0$ и радиальной подачей (с базовой линией) для наружной обработки.

Описание теоретических исследований

Графическое профилирование фасонных резцов с базовой линией отсутствует в литературе по режущему инструменту и, в частности, по фасонным резцам [1 – 3]. В [4, 5] приведён коррекционный расчёт профиля фасонного резца, который основан на определении радиусов узловых точек фасонного резца через проекции между узловыми точками на горизонтальной плоскости. При этом расчётная схема не является унифицированной, но строго индивидуальной для каждого профиля детали, что не позволяет составить единый алгоритм расчёта и автоматизировать расчёт. Разработан способ графического и коррекционного аналитического расчёта фасонных резцов с базовой линией. Особенностью предлагаемого способа расчёта фасонных резцов с базовой линией является системность и возможность автоматизации расчётов. Графическое профилирование является простым, наглядным и легко усваиваемым.

При новом способе графического профилирования рассматриваются три проекции фасонного резца в рабочем положении и один вид по стрелке К, направленной под углом γ (передний угол), к горизонтальной плоскости в плоскости, перпендикулярной оси заготовки, вдоль передней поверхности (рисунок 1).

На фронтальной проекции $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$ – радиусы узловых точек детали, пронумерованные, начиная с наименьшего радиуса. Радиусы R_3 и R_6 ограничивают конический участок детали.

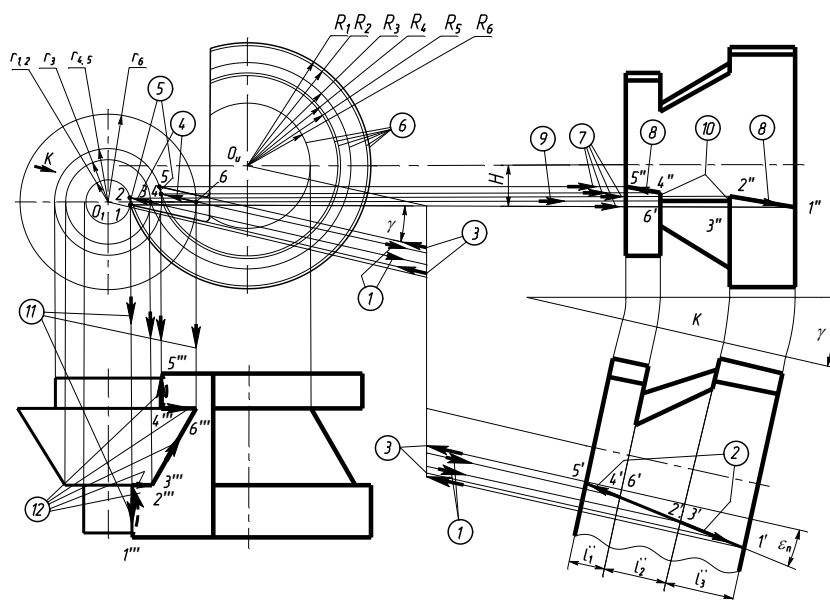


Рис. 1. Графическое профилирование круглого фасонного резца с базовой линией новым авторским способом

Для графического профилирования необходимо сначала нанести базовую линию на фронтальной проекции схемы профилирования (рис. 1, линия 3 – 6, лежащая в горизонтальной плоскости, проходящей через ось детали, совпадающая с образующей конуса детали). После этого начинается графическое профилирование фасонного резца. Для систематизации графическое профилирование разбито на 12 шагов.

Первый шаг. Находятся точки $3'$ и $6'$, ограничивающие базовую линию, на виде К. Для этого из точек 3 и 6 на фронтальной проекции под углом γ (по стрелке К) проводятся линии со стрелками, обозначенными цифрами 1 в круге, до получения точек $3'$ и $6'$ на виде К при пересечении линий со стрелками 1 с границами ступеней детали.

Второй шаг. Отрезок $3'-6'$ продолжается в обе стороны (вправо и влево на виде К) до получения крайних точек лезвия фасонного резца $1'$ и $5'$. Полученный отрезок $1'-5'$ (прямая линия) – проекция сложного лезвия фасонного резца на виде К, совпадающая со следом передней поверхности резца на перпендикулярной к передней поверхности плоскости. Точки $1', 2', 3', 4', 5', 6'$ – точки, полученные при пересечении передней поверхности соответствующих границ ступеней профиля фасонного резца. Это узловые точки на виде К. Линии второго шага графического профилирования обозначены стрелками с цифрами 2 в круге на виде К. Положение точек $3'$ и $6'$ определяет угол $\varepsilon_{пр}$ – угол наклона передней поверхности вдоль оси фасонного резца с базовой линией. Угол $\varepsilon_{п} = \varepsilon_{пр}$ определён графически и уточняется аналитически при коррекционном расчёте профиля резца.

Третий шаг. Из точек 1' и 5' проводятся линии, параллельные линиям со стрелками 1, в обратном направлении, до пересечения с окружностями, проведенными через соответствующие узловые точки, до получения точек 1 и 5 на фронтальной проекции схемы профилирования. Третий шаг обозначен линиями и стрелками с номером 3 в круге.

Четвёртый шаг. Через точки 3 и 6 на фронтальной проекции проводятся линии, параллельные линиям, обозначенным номерами 1 и 3 (под углом γ) до пересечения с окружностями радиусами $r_{1,2}$ и $r_{4,5}$ до получения точек 2 и 4. Эти две линии и стрелки обозначены цифрами 4 в круге.

Пятый шаг. Точки 1 и 2 и 4 и 5 соединяются дугами окружностей соответственно радиусами $r_{1,2}$ и $r_{4,5}$. После пятого шага получена проекция сложной режущей кромки 1-2-3-6-4-5 фасонного резца на фронтальной плоскости. Пятый шаг обозначен цифрами 5 в круге.

Шестой шаг – определение радиусов фасонного резца. Минимальный наружный радиус фасонного резца определяется в зависимости от глубины профиля детали (Δr_i) согласно [2, 3]. Конструктивно наружный радиус фасонного резца (R1) может быть увеличен для улучшения соотношений его параметров. После определения R1 находится центр фасонного резца на линии, лежащей на величину H выше оси детали – O_u . Расстояние от O_u до точек 2, 3, 4, 5, 6 определяется графически с учётом масштаба увеличения и проводятся окружности радиусами R1, R2, R3, R4, R5, R6. Шестой шаг обозначается цифрами 6 в круге. Остальные шаги преследуют цель построения остальных проекций режущих кромок фасонного резца.

Седьмой шаг. Из точек 1, 2, 4, 5, фронтальной проекции проводятся горизонтальные линии для определения точек 1'', 2'', 4'', 5'' на фронтальной проекции путём пересечения линий со стрелками 7 в круге с границами соответствующих ступеней фасонного резца.

Восьмой шаг. Точка 1'' соединяется с точкой 2'', точка 4'' соединяется с точкой 5'' – получены лезвия 1''-2'' и 4''-5'' крайних ступеней фасонного резца. Восьмой шаг построения отмечен стрелками с цифрами 8 в круге.

Девятый шаг. Из точек 3 и 6 на фронтальной проекции проводятся горизонтальные линии (совмещаются в одну) для получения отрезка 3'' – 6'' (проекция базовой линии на фронтальной плоскости). Линия девятого шага помечена цифрой 9 в круге с двумя стрелками из-за совмещения двух линий.

Десятый шаг. Соединяются точки 4'' и 6'', 2'' и 3''. Получена проекция сложной режущей кромки фасонного резца на фронтальной плоскости: 1''-2''-3''-6''-4''-5''. Десятый шаг (проведение линий 4''-6'' и 2''-3'') обозначен цифрой 10 в круге.

Одиннадцатый шаг. Из точек 1, 2, 3, 4, 5, 6, на фронтальной проекции проводятся вертикальные линии, обозначенные цифрами 11 в круге, до пересечения с узловыми точками проекции резца на горизонтальной плоскости и находятся точки 1''', 2''', 3''', 4''', 5''', 6''' сложной режущей кромки фасонного резца на его горизонтальной проекции.

Двенадцатый шаг. Соединяются точки 1''' и 2''', 2''' и 3''', 3''' и 6''', 4''' и 5''' линиями со стрелками, обозначенными цифрой 12 в круге. Получена проекция режущей кромки фасонного резца на его горизонтальной проекции: 1'''-2'''-3'''-6'''-4'''-5'''.

Режущей кромке фасонного резца в плоскости передней поверхности с наклоном $\varepsilon_B = \varepsilon_{np}$ относительно образующей цилиндра детали (горизонтальной плоскости), соответствует линия эллипса (сечение цилиндра наклонной плоскостью). Режущая кромка фасонного резца должна быть в этом сечении эллиптической, вогнутой. Для обеспечения этих условий в зоне резания и получения заданного цилиндра на детали окончательное профилирование фасонного резца должно быть осуществлено дисковым (пальцевым) шлифованным кругом с радиусом, равным радиусу цилиндрического участка детали, с установкой оси шлифовального круга относительно передней поверхности фасонного резца под углом $\varepsilon_B = \varepsilon_{np}$. В этом случае наиболее просто обеспечивается теоретическая точность обработки и не вносится погрешность. Однако не всегда удаётся подобрать шлифовальный круг заданного диаметра (радиуса). Поэтому другой способ получения формы режущей кромки лезвия фасонного резца заключается в шлифовании фасонного резца дисковым кругом любого диаметра, **спрофи**

лированного в соответствии с расчётом, что теоретически исключает погрешность способа профилирования.

При расчёте фасонного резца на режущей кромке выбирается ряд точек с определённым шагом между ними вдоль оси резца (детали). Для этих точек рассчитываются соответствующие радиусы фасонного резца по предложенному ниже способу для узловых точек 1, 2, 4 и 5.

Оценка точности графического профилирования. При использовании чертёжного прибора можно гарантировать точность графических построений в пределах 1 мм. Для увеличения точности используется наиболее возможный масштаб увеличения. При масштабе 20:1 точность определяемых радиусов находится в пределах 1 мм: 20 = 0,05 мм. При масштабе 10:1 – соответственно 1 мм: 10 = 0,1 мм. В ряде случаев этой точности может быть достаточно. Если точность, достигаемая графическим профилированием, недостаточна, то необходимо выполнить аналитический расчёт профиля.

Аналитический (коррекционный) расчёт профиля круглого фасонного резца с базовой линией новым авторским способом. После выполнения графического профилирования (или без него) строится расчётная схема для аналитического расчёта фасонного резца.

Для наглядности расчёта и облегчения его автоматизации он разбивается на семь шагов (этапов) – рисунки 2 и 3.

Первый шаг. Определение **проекций расстояний** от узловых точек профиля фасонного резца на передней поверхности до осевой плоскости детали, параллельной передней поверхности, и **проекций расстояний** между узловыми точками на осевую плоскость фасонного резца, перпендикулярную направлению радиальной заточки передней поверхности (рисунок 2).

Проекция **1 - 2** = $1' - 2' = 1' - 3' = L_3 - 3' = l_3'' \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}}$;

Проекция **2' - 4'** = $3' - 4' = 2' - 6' = 3' - 6' = L_4 - 6' = l_2'' \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}}$;

Проекция **4' - 5'** = $6' - 5' = L_5 - 5' = l_1'' \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}}$;

Проекция **D₃ - 3** = $D_2 - 2 = O_1' - 3' = O_1' - 2' = r_3 \sin \gamma$;

Проекция **D₁ - 1** = $O_1' - 1' = (O_1' - 2') - (1' - 2') = (O_1' - 3') - (1' - 3') = r_3 \sin \gamma - l_3'' \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}}$;

Проекция **D₅ - 5** = $O_1' - 5' = (1' - 5') + (O_1' - 1') = (L_3 - 3') + (L_4 - 4') + (L_5 - 5') + (r_3 \sin \gamma - l_3'' \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}}) = (l_1'' + l_2'' + l_3'') \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}} + r_3 \sin \gamma - l_3'' \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}} = (l_1'' + l_2'') \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}} + r_3 \sin \gamma$;

Проекция **D₄ - 4** = $D_6 - 6 = (O_1' - 1') + (1' - 4') = (O_1' - 1') + (1' - 6') =$

$= r_3 \sin \gamma - l_3'' \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}} + (l_3'' + l_2'') \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}} = r_3 \sin \gamma + l_2'' \operatorname{tg} \varepsilon_{\text{п}}$ или **D₆ - 6** = $r_6 \sin \gamma$, что проще;

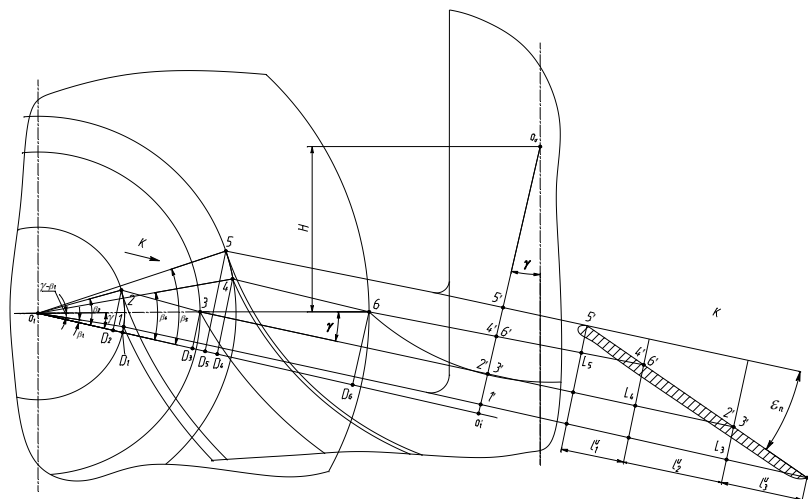


Рис. 2. Расчётная схема аналитического профилирования круглого фасонного резца с базовой линией новым авторским способом с промежуточными линейными и угловыми расчётными параметрами

Проекция $E_r - 5' = (E_r - 4') - (4' - 5') = (E_r - 6') - (5' - 6') = B_6 \operatorname{tg} \gamma - (4' - 5') =$
 $= B_6 \operatorname{tg} \gamma - (5' - 6') = B_6 \operatorname{tg} \gamma - \ell_1'' \operatorname{tg} \varepsilon_n$.

ℓ_1'' , ℓ_2'' , ℓ_3'' – осевые размеры профиля фасонного резца; на крайних ступенях следует учесть дополнительные режущие кромки.

Проекция $E_r - 5' = (E_r - 4') - (4' - 5') = (E_r - 6') - (5' - 6') = B_6 \operatorname{tg} \gamma - (4' - 5') =$
 $= B_6 \operatorname{tg} \gamma - (5' - 6') = B_6 \operatorname{tg} \gamma - \ell_1'' \operatorname{tg} \varepsilon_n$.

ℓ_1'' , ℓ_2'' , ℓ_3'' – осевые размеры профиля фасонного резца; на крайних ступенях следует учесть дополнительные режущие кромки.

Примечание: размер B_6 смотри в пункте «Пятый шаг».

Таким образом, проекции указанных расстояний на фронтальной плоскости для узловых точек, не лежащих на базовой линии, определяются через осевые размеры и угол наклона передней поверхности ε_n вдоль оси резца. Указанные же проекции для узловых точек, лежащих на базовой линии, определяются через их радиусы (детали) и передний угол γ .

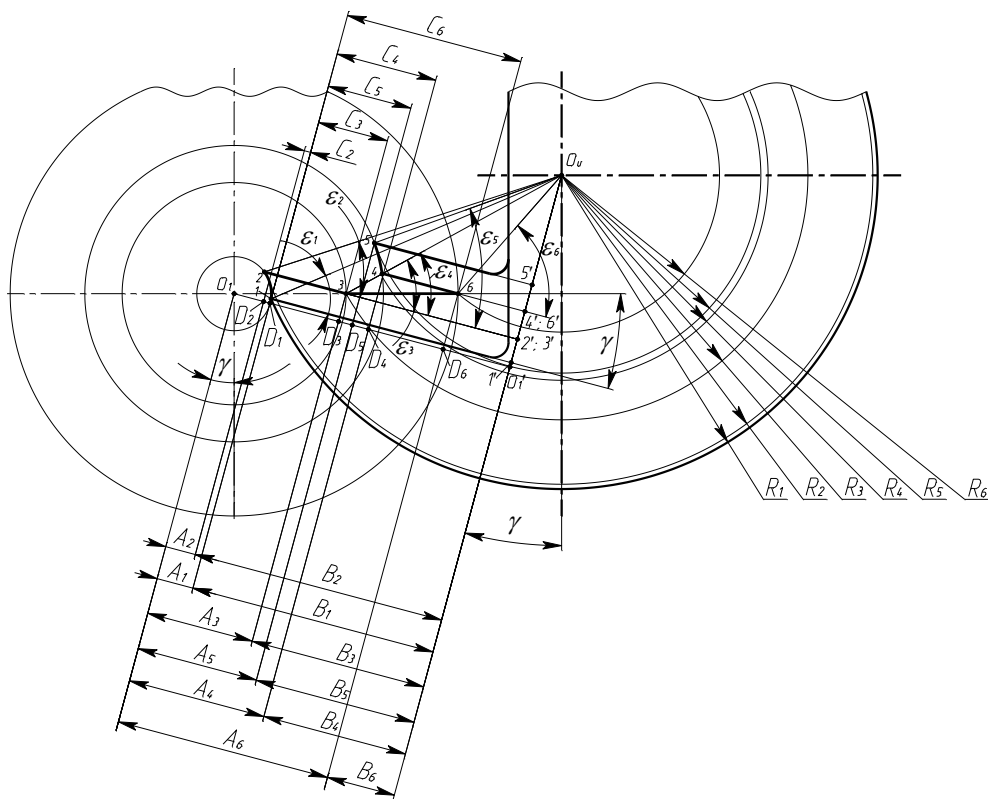


Рис. 3. Аналитическое профилирование круглого фасонного резца с базовой линией новым авторским способом – промежуточные размеры A_i , C_i , B_i и искомые радиусы резца R_i

Второй шаг. Определение промежуточных угловых параметров β_i (рис. 2) для расчёта вспомогательных размеров A_i (рис. 3).

$$\sin \beta_1 = (D_1 - 1)/r_1 = (O_1' - 1')/r_1 = (r_3 \sin \gamma - \ell_3'' \operatorname{tg} \varepsilon_n)/r_1;$$

$$\sin \beta_2 = (D_2 - 2)/r_2 = (O_2' - 2')/r_2 = (r_3 \sin \gamma)/r_2;$$

Угловые параметры для точек базовой линии: $\beta_3 = \gamma$, $\beta_6 = \gamma$;

$$\sin \beta_4 = [(D_4 - 4) = (D_6 - 6) = (O_1' - 4')]/r_4 = (r_3 \sin \gamma + \ell_2'' \operatorname{tg} \varepsilon_n)/r_4;$$

$$\sin \beta_5 = [(D_5 - 5) = (O_1' - 5')]/r_5 = (r_3 \sin \gamma + (\ell_1'' + \ell_2'') \operatorname{tg} \varepsilon_n)/r_5;$$

Третий шаг. Определение вспомогательных линейных параметров A_i (рисунок 3).

$$A_1 = r_1 \cos \beta_1; A_2 = r_2 \cos \beta_2; A_3 = r_3 \cos \gamma; A_4 = r_4 \cos \beta_4; A_5 = r_5 \cos \beta_5;$$

$$A_6 = r_6 \cos \gamma.$$

Четвёртый шаг. Определение вспомогательных линейных параметров C_i .

$$C_2 = A_1 - A_2 = r_1 \cos \beta_1 - r_2 \cos \beta_2;$$

$$C_3 = A_3 - A_1 = r_3 \cos(\beta_3 = \gamma) - r_1 \cos \beta_1; C_4 = A_4 - A_1 = r_4 \cos \beta_4 - r_1 \cos \beta_1;$$

$$C_5 = A_5 - A_1 = r_5 \cos \beta_5 - r_1 \cos \beta_1; C_6 = A_6 - A_1 = r_6 \cos(\beta_6 = \gamma) - r_1 \cos \beta_1.$$

Пятый шаг. Определение вспомогательных линейных параметров B_i . Для этого определяется наименьший наружный радиус фасонного резца $R_i = f(\Delta r_i)$ как функция глубины профиля на детали. При необходимости он может быть увеличен.

$$B_1 = R_1 \cos \varepsilon_1; B_2 = B_1 + C_2; B_3 = B_1 - C_3; B_4 = B_1 - C_4; B_5 = B_1 - C_5; B_6 = B_1 - C_6.$$

Шестой шаг. Определение вспомогательных угловых параметров ε_i .

$$\sin \varepsilon_1 = (O_u - 1')/R_1; \text{ или } \operatorname{tg} \varepsilon_1 = (O_u - 1')/B_1; \quad \varepsilon_1 = \arcsin[(O_u - 1')/R_1];$$

$$\varepsilon_1 = \arcsin[(O_u - 1')/R_1];$$

$$\varepsilon_1 = \arcsin[(O_u - 1')/R_1];$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon_2 = [(O_u - 1') - (1' - 2')]/B_2 = (O_u - 2')/B_2; \quad \varepsilon_2 = \arcsin[(O_u - 2')/B_2];$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon_3 = [(O_u - 3') - (O_u - 2')]/B_3 = (O_u - 3')/B_3; \quad \varepsilon_3 = \arcsin[(O_u - 3')/B_3];$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon_4 = [(O_u - 1') - (1' - 4')]/B_4 = (O_u - 4')/B_4; \quad \varepsilon_4 = \arcsin[(O_u - 4')/B_4];$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon_5 = [(O_u - 1') - (1' - 5')]/B_5 = (O_u - 5')/B_5; \quad \varepsilon_5 = \arcsin[(O_u - 5')/B_5];$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon_6 = [(O_u - 1') - (1' - 6')]/B_6 = (O_u - 6')/B_6; \quad \varepsilon_6 = \arcsin[(O_u - 6')/B_6];$$

Седьмой шаг. Определение радиусов узловых точек профиля фасонного резца R_i .

R_1 выбирается в зависимости от глубины профиля детали.

$$R_2 = B_2 / \cos \varepsilon_2; R_2 = [(O_u - 1') - (1' - 2')]/\sin \varepsilon_2 = (O_u - 2')/\sin \varepsilon_2;$$

$$R_3 = B_3 / \cos(\varepsilon_3 = \gamma); R_3 = (O_u - 3')/\sin \varepsilon_3;$$

$$R_4 = (O_u - 4')/\sin \varepsilon_4 = [(O_u - E_r) + (E_r - 4')]/\sin \varepsilon_4 = B_4 / \cos \varepsilon_4;$$

$$R_5 = (O_u - 5')/\sin \varepsilon_5 = [(O_u - E_r) + (E_r - 5')]/\sin \varepsilon_5 = B_5 / \cos \varepsilon_5;$$

$$R_6 = (O_u - 6')/\sin \varepsilon_6 = [(O_u - E_r) + (E_r - 6')]/\sin \varepsilon_6 = B_6 / \cos \varepsilon_6;$$

Все параметры резца рассчитаны.

Результаты и обсуждение

Таким образом, получено графическое профилирование и рассчитаны параметры – двенадцать шагов; коррекционное аналитическое профилирование круглого фасонного резца – семь шагов.

В отличие от существующей методики индивидуального профилирования, в зависимости от фасонного профиля детали предложена методика, которая систематизирует графический расчёт и позволяет применить унифицированный подход и легко автоматизировать расчёт.

Выводы

1. Разработан простой и наглядный способ графического и коррекционного аналитического расчёта круглых фасонных резцов с базовой линией.
2. Графическое профилирование круглого фасонного резца состоит из двенадцати этапов.
3. Коррекционное аналитическое профилирование круглого фасонного резца включает семь шагов.
4. Особенность предлагаемого способа расчёта круглых фасонных резцов с базовой линией заключается в системности и унифицированном подходе.
5. Способ позволяет уменьшить трудоёмкость расчёта круглых фасонных резцов с базовой линией.
6. Разработанный способ графического и коррекционного аналитического расчёта круглых фасонных резцов с базовой линией позволит легко автоматизировать расчёт.

Список литературы

- 1 Схиртладзе А.Г., Чупина Л.А., Пульбере А.И., Гречишников В.А. Формообразующие инструменты в машиностроении /– М. : Новое знание, 2006. – 557 с.
- 2 Кишунов В.М., Черников П.П. Проектирование режущего инструмента в машиностроении. – М. : Издательство МАИ, 2006. – 159 с.
- 3 Фельдштейн, Е.Э. Режущий инструмент / – Минск : Новое знание, 2007. — 400 с.
- 4 Грановский Г.И., Панченко К.П. Фасонные резцы. – М.: Машиностроение, 1979. – 308 с.
- 5 Смирнов М.Ю. Расчет и проектирование фасонных резцов / М.Ю. Смирнов, Г.И. Киреев, В.В. Демидов. Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 77 с.

THE ROUND SHAPED CUTTERS PROFILE CALCULATION

Dudak N.S., C.Sc. (Engineering), associate professor

Kasenov A.Zh., C.Sc. (Engineering), e – mail: asylbek_kasenov@mail.ru

Itybayeva G.T., C.Sc. (Engineering), e – mail: galia-itibaeva@mail.ru

Mussina Zh.K., C.Sc. (Engineering), e – mail: mussina_zhanara@mail.ru

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Lomov St. 64, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan

Abstract

Graphical and analytical new methods of round shaped cutters with the baseline were calculated. In comparison with existing methods of individual profiling, depending on the style profile details the technique that classifies graphical calculation allows you to apply a unified approach and automate the calculation easily.

A simple and visual way of graphical and analytical calculation of the correction of round shaped cutters with baseline is developed: graphic profiling of a round shaped cutter consists of twelve stages; correctional analytical profiling of a round shaped cutter includes seven steps.

Keywords: round shaped cutter, baseline, graphic profiling, analytical profiling, the new method of calculation, the automation of the calculation, projection, anchor points, algorithm, projections shaped cutters, graphical steps profiling, analytical steps profiling.