

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ОСТАТОЧНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ КОСОУГОЛЬНОМ ТОЧЕНИИ БЕЗВЕРШИНЫМ РЕЗЦОМ

Филиппова Е.О.¹

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 652055 г. Томск, пр. Ленина, 30, E-mail: katerinabosix@mail.ru*

В статье рассматривается теоретическое определение высоты остаточного сечения срезаемого слоя при косоугольном точении безвершинным резцом. Теоретическое нахождение высоты остаточного сечения является актуальной задачей поскольку оно связано с шероховатостью обработанной поверхности и позволяет приближенно определить её высотный параметр Rz. Рассмотрены наиболее перспективные схемы нахождения высоты остаточного сечения среди известных на сегодняшний день. Также получена формула для расчета высоты остаточного сечения учитывающая условия формообразования и кинематико-геометрические особенности процесса безвершинного точения тел вращения. Получены зависимости изменения высоты остаточного сечения от угла наклона лезвия и подачи. Проведено сравнение расчетного определения по известным данным Г.С. Минасяна и W. Grzesik с полученной автором формулой. В результате установлено незначительное отклонение в полученных данных, что свидетельствует о правильности полученной автором схемы и формулы для расчета высоты остаточного сечения.

Ключевые слова: безвершинный резец, остаточное сечение срезаемого слоя, косоугольное точение.

THEORETICAL DETERMINATION OF REMAINING CROSS SECTIONS AT OBLIQUE TURNING STRAIGHT EDGE CUTTER

Filippova E.O.¹

¹ *National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Tomsk, Lenina Avenue, 30, E-mail: katerinabosix@mail.ru*

The article deals the theoretical determination of the height of the residual cross-section of the shear layer at oblique turning straight edge cutter. Theoretical determination of the height of the residual cross-section is a challenge because it is associated with surface finish and allows it to determine the roughly altitude parameter Rz. The most promising scheme of finding the height of the residual cross-section of the currently known. Also, a formula for calculating the height of the residual cross section taking into account the conditions of formation and the kinematics and geometric features of the process of turning bezvershinnogo bodies of revolution. The dependences of the height change of the residual cross section on the angle of the blade and feed. A comparison of calculation of the known data on GS Minasian and W. Grzesik obtained from the author claims. As a result, a minor deviation found in the data, indicating that the correct circuit obtained by the authors and the formula for calculating the height of the residual section.

Keywords: straight edge cutter, remaining cross sections, oblique turning.

Согласно основным положениям теории резания при токарной обработке тел вращения весомый вклад в формирование микронеровностей обработанной поверхности заготовки вносит форма и геометрия режущего лезвия в плане, то есть в сечении горизонтальной плоскостью. Поскольку, при точении, наряду с действительным сечением, имеет место остаточное, следовательно, некоторая часть материала на поверхности заготовки остается не срезанной. Таким образом, формируется одна из основных высотных характеристик шероховатости поверхности Rz – сумма средних значений наибольших пяти высот и глубин профиля в пределах базовой длины.

Для случая обработки токарными резцами с вершиной при её острой и закругленной форме параметры действительного и остаточного сечения детально рассмотрены в работах

Г.И. Грановского и его последователей. Однако для наружного продольного точения безвершинными резцами принципиальным отличием от обработки традиционными резцами служит отсутствие вершины. Вместо нее в процессе формообразования участвует протяженная режущая кромка (рисунок 1). При этом в значительной степени меняются условия резания, выражающиеся в изменении геометрии лезвия и формирования сечения срезаемого слоя.

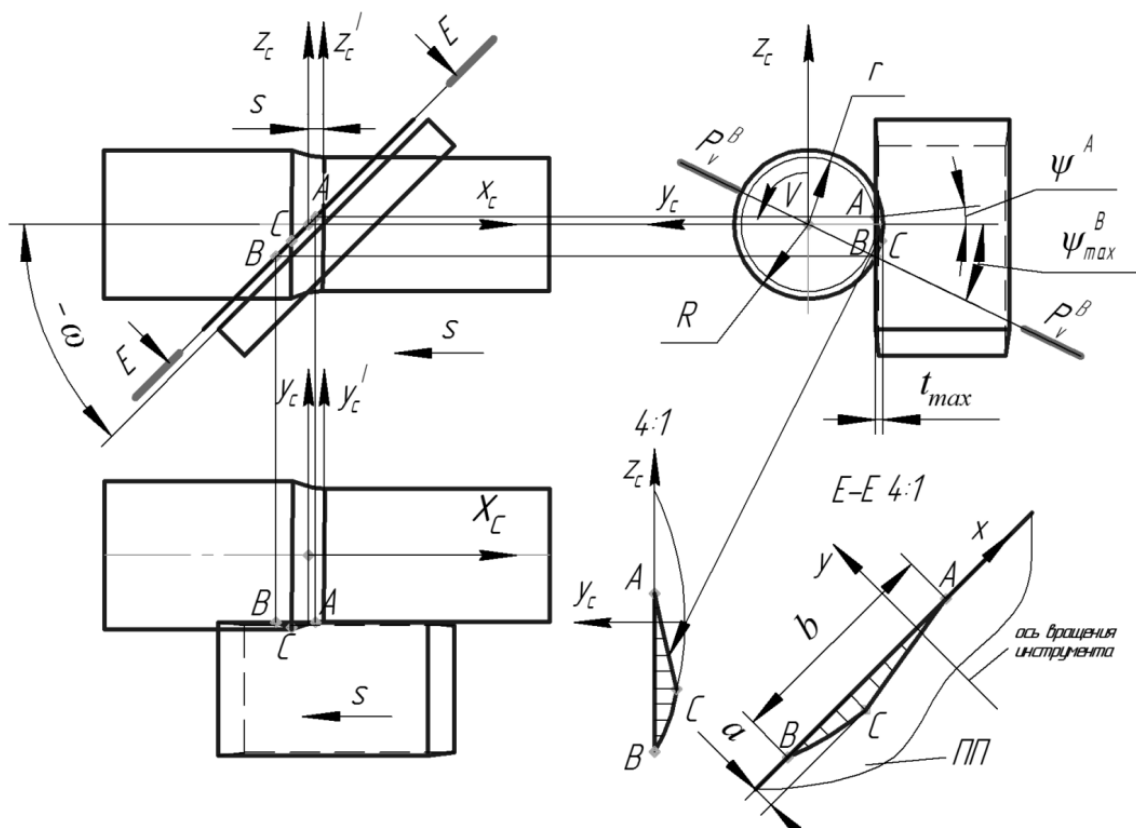


Рисунок 1 – Схема процесса косоугольного точения безвершинным резцом с прямолинейной режущей кромкой и параметры сечения срезаемого слоя (ПП – передняя поверхность инструмента)[7]

В связи с этим для приближенного теоретического нахождения шероховатости поверхности по параметру R_z можно воспользоваться кинематико-геометрическим методом. В основу, которого положено нахождение высоты остаточного сечения, значение которой принимается приближенно равным параметру R_z .

Основные результаты

Вопросу теоретического нахождения высоты остаточного сечения и шероховатости обработанной поверхности при точении безвершинными резцами с прямолинейной режущей кромкой посвящены работы Г.С. Минасяна [1] и W. Grzesik[8]. В своих работах они предлагают различные схемы и формулы для нахождения высоты остаточного сечения. В этой связи рассмотрим представленные ими данные.

Для расчетного определения высоты микронеровностей при точении безвершинным резцом БРМ-1 в работе [1] приводится схема, основанная на том, что поверхность резания является однополостным гиперboloидом вращения (рисунок 2). С учетом того, что значения высоты остаточного сечения (h) значительно меньше диаметра обрабатываемого изделия (d) автор [1] предлагает для нахождения величин (h) использовать приближительную формулу:

$$h = \frac{s^2}{4d \cdot \operatorname{tg}^2(\psi)}, \quad (1)$$

где s – подача;

$$\psi = \frac{\pi}{2} - \lambda - \text{угол наклона передней грани.}$$

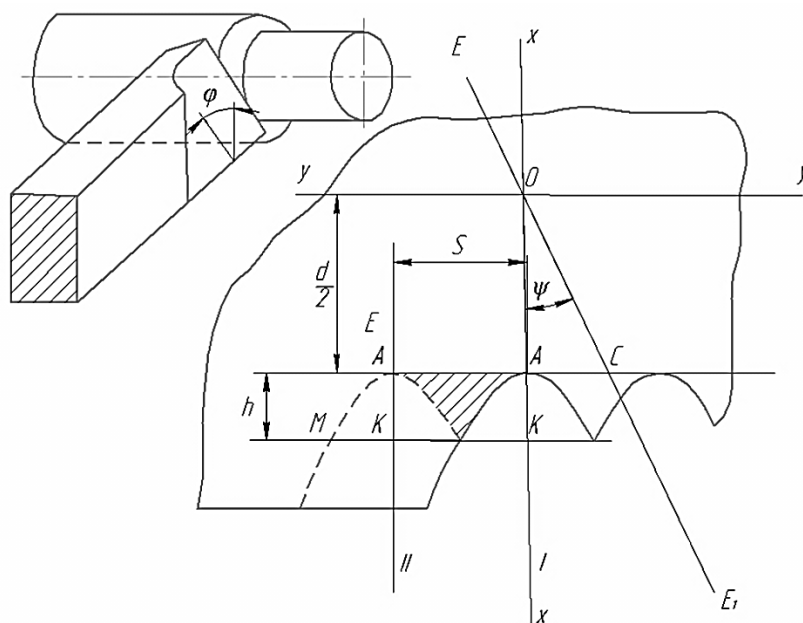


Рисунок 2– Схема для расчетного определения высоты остаточного сечения по данным Г.С. Минасяна [1]

Формула (1) хоть и является приближенной, однако дает возможность на качественном уровне оценивать влияние кинематико-геометрических особенностей процесса (подачи, диаметра обрабатываемой поверхности и угла наклона лезвия) на параметр шероховатости R_z .

Основываясь на аналогичном положении (что поверхность резания является гиперboloидом вращения) автор работы [8] для теоретического нахождения величин высоты неровностей профиля (R_z), предлагает использовать уравнение:

$$R_z = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\left(\frac{f}{D} \right)^2 \cdot \tan^2 \lambda_s + 1} - 1 \right), \quad (2)$$

где f – подача;

D – диаметр заготовки;

λ_s – угол наклона режущей кромки.

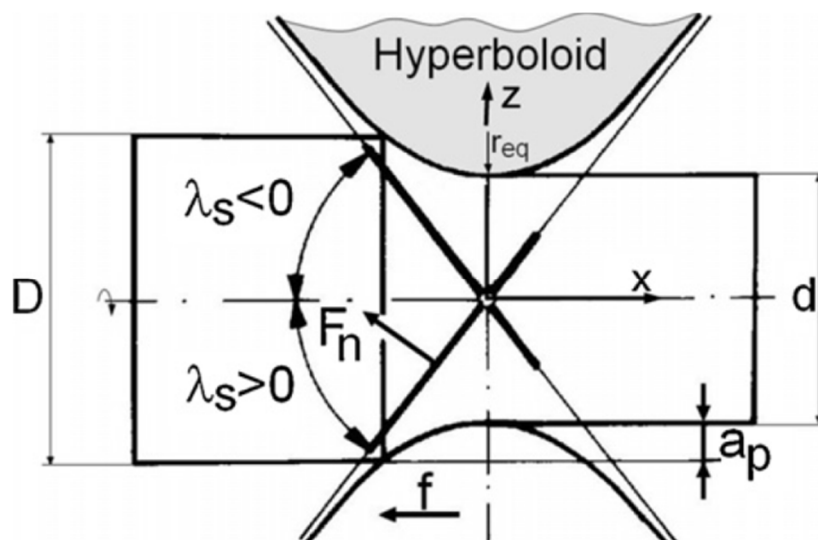


Рисунок 3 –Схема процесса точения безвершинным резцом по данным WitGrzesik [2]

Как показано в работах [5-7, 10], при косоугольном точении безвершинным резцом с прямолинейной режущей кромкой, обрабатываемая поверхность представляет собой поверхность однополостного гиперboloида вращения, сечением которого в горизонтальной и вертикальной плоскости является гипербола (3).

$$\frac{y^2}{a^2} - \frac{x^2}{b^2} = 1 \quad (3)$$

где $a = r$; $b = r \cdot \operatorname{tg}(\frac{\pi}{2} - |\omega|)$ – параметры гиперболы, определённые из условия, что проекция

РК на плоскость ZOX является её асимптотой;

r – радиус обработанной поверхности;

ω – угол наклона лезвия (см. рисунок 1).

С точки зрения геометрии при перемещении инструмента в направлении подачи за один оборот заготовки образуются две гиперболы, пересекающиеся в общей точке А (рисунок 4). Эти гиперболы образуют собой остаточное поперечное сечение ограниченное контуром ABC.

В работе [1] приводится приближенная формула для определения высоты (H), она имеет погрешность при больших значениях угла наклона лезвия и при больших подачах. В связи с этим была составлена более точная формула (4), в основе которой лежит определение точки пересечения двух гипербол образованных при перемещении инструмента на величину подачи (см. рисунок 4).

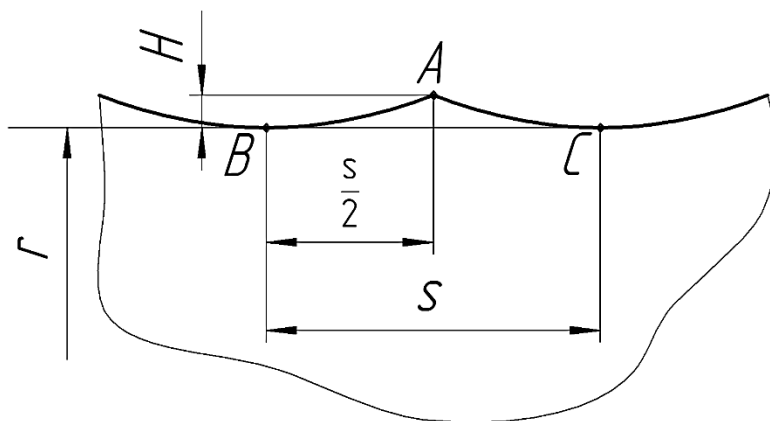


Рисунок 4 –Схема определения высоты остаточного сечения

Высота остаточного сечения (гребешка) зависит от подачи (s), угла наклона лезвия (ω) и глубины резания (t), которая выражается через радиус обработанной поверхности $r = R - t$. Таким образом, с учетом формулы (3), максимальную высоту поперечного остаточного сечения определим по формуле:

$$H = \sqrt{r^2 + \frac{s^2 \cdot \tan^2(\omega)}{4}} - r \quad (4)$$

На рисунке 5 представлены зависимости изменения максимальной высоты остаточного сечения от угла наклона лезвия и подачи для разных значений глубины резания. Как видно из представленных зависимостей, увеличение подачи и угла наклона лезвия приводит к значительному увеличению высоты (H), в то время как увеличение глубины резания приводит к незначительному увеличению H . Это является важным обстоятельством, поскольку правильный выбор режимов обработки и параметров установки инструмента будет определять качество обработанной поверхности.

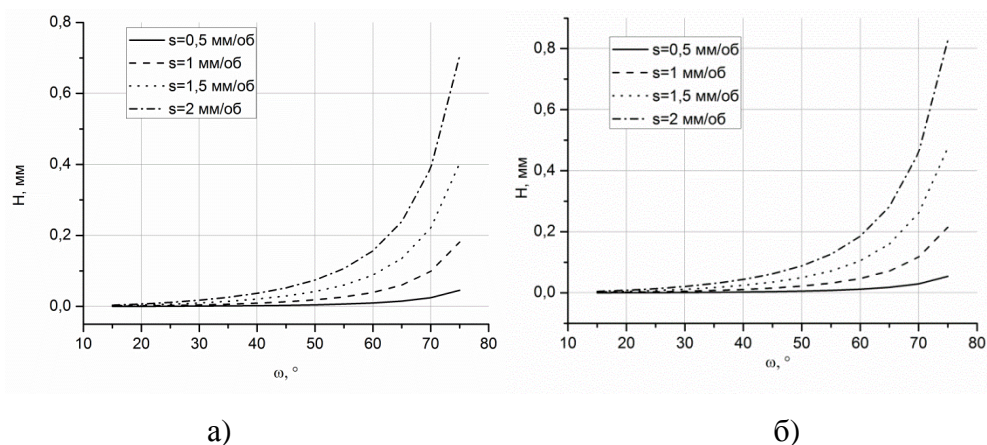


Рисунок 5 – Зависимость изменения высоты остаточного сечения от угла наклона лезвия и подачи: $R=10$ мм, глубина резания а) $t=0,5$ мм; б) $t=2$ мм.

На рисунке 6 представлены результаты расчета высоты остаточного сечения срезаемого слоя материала по формулам Г.С. Минасяна (1), W. Grzesik(2) и формуле автора (4).полученной на основе данных работ [4-7, 9].

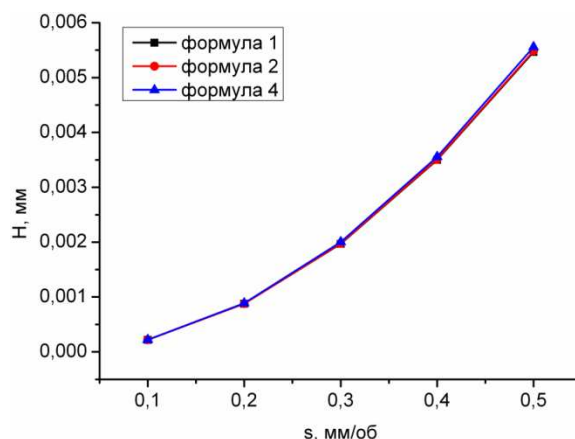


Рисунок 6 – Зависимость высоты остаточного сечения от подачи

Выводы

На основе рассмотренных и полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. В результате сопоставления расчетных формул Г.С. Минасяна (1), W. Grzesik(2) и предложенной автором (4) установлено незначительное отклонение результата определения высоты остаточного сечения. Следовательно, все эти формулы могут быть использованы для приближенной оценки высотного параметра шероховатости поверхности Rz.

2. Несмотря на возможность приближенного расчета Rz по высоте остаточного сечения с использованием кинематико-геометрического метода невозможно точно рассчитать величину шероховатости обработанной поверхности, поскольку при обработке резанием в зоне стружкообразования протекают сложные деформационные процессы [3], которые также участвуют в формировании поверхностного слоя детали и влияют на шероховатость поверхности.

Список литературы

1. Минасян Г.С. Шероховатость поверхности при точении безвершинным резцом БРМ-1. // Известия академии наук АССР XXIII. – 1970. – №4. –С. 3-6.
2. Петрушин, С.И. Анализ геометрии косоугольного обтачивания безвершинными резцами /С.И. Петрушин, А.В. Филиппов // Обработка металлов. Технология. Оборудование. Инструменты. – 2013. – №2. – С. 8-14.
3. Филиппов, А.В. Исследование процесса стружкообразования при резании металлов методом цифровой корреляционной спекл-интерферометрии /А.В. Филиппов, А.В.

Проскоков //Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Машиностроение”. – 2014. – №2. – С. 100-113.

4. Филиппов, А.В. К расчету «допустимой» геометрии при безвершинном косоугольном точении // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. [Электронный ресурс] URL: www.science-education.ru/111-10066 (дата обращения: 18.11.2014).

5. Филиппов, А.В. Определение параметров сечения срезаемого слоя при косоугольном точении безвершинным резцом с радиусной задней поверхностью // СТИН. – 2014. – №11. – С.24-28.

6. Филиппов, А.В. Определение параметров сечения срезаемого слоя при косоугольном точении безвершинным резцом с радиусной передней поверхностью // СТИН. – 2014. – №11. – С.20-24.

7. Филиппов, А.В. Сечение срезаемого слоя при косоугольном точении безвершинным резцом. // СТИН. – 2014. – №4. – С.21-25.

8. Grzesik, W. Surface integrity generated by oblique machining of steel and iron parts. / W. Grzesik, K. Żak // Journal of Materials Processing Technology. –2012. – №212.–P. 2586– 2596.

9. Filippov, A.V. Constructing model of oblique cutting edge /A.V. Filippov //Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 379. – pp. 139-144.

10. Filippov, A.V. Cut-Layer Cross Section in Oblique Turning. // Russian Engineering Research. – 2014. – Vol. 34. – №11. – P. 718-721.

Рецензенты:

Сапожков С.Б., д.т.н., заведующий кафедрой естественно-научного образования ФГБОУ ВПО «Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета», г. Юрга.

Петрушин С.И., д.т.н., профессор кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВПО «Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета», г. Юрга.