

## Исследование возможности коррекции размеров круглой резьбы при обработке мерным инструментом

С. С. Некрасов<sup>1)</sup>, Е. А. Агеева<sup>2)</sup>

<sup>1),2)</sup> Сумский государственный университет, ул. Римского-Корсакова, 2, Сумы, Украина, 40007

### Article info:

Paper received:

24 December 2016

The final version of the paper received:

04 July 2016

Paper accepted online:

04 July 2016

### Correspondent Author's Address:

<sup>1)</sup> nekrasovss@gmail.com

<sup>2)</sup> lizunka\_07@mail.ru

В статье рассмотрен вопрос о возможности корректирования геометрических отклонений профиля круглой резьбы с большим шагом, возникающих вследствие износа режущего инструмента во время обработки. Благодаря тому, что рассматриваемый способ обработки круглой резьбы легко моделируется путем вырезания отверстия окружностью по спиральной траектории, такой способ легко исследовать в любой среде для 3D-моделирования. Выполнен анализ влияния траектории движения мерного инструмента и величины его износа на диаметры резьбы и радиусы ее округления. Полученные результаты позволили установить, что за счет изменения траектории движения инструмента возможно корректирование геометрических параметров круглой резьбы, тем самым будет выполняться обработка с обеспечением необходимой геометрии. Предложенный подход позволяет снизить затраты на режущий инструмент за счет увеличения его ресурса.

**Ключевые слова:** круглая резьба, фрезерование резьбы, износ инструмента, мерный инструмент, нарезание круглой резьбы.

### ВВЕДЕНИЕ

В отечественной и зарубежной горнодобывающей промышленности широко используется буровой инструмент, крепление которого осуществляется при помощи круглой резьбы. Использование такой резьбы обусловлено высоким сроком службы и повышенным сопротивлением динамическим нагрузкам, характерным для ударного бурения. Кроме того, круглая резьба хорошо работает в условиях загрязнения резьбы. Круглую резьбу нарезают на изделиях, эксплуатируемых в тяжелых условиях.

Резьба – спираль, образованная на цилиндрической или конической поверхности по винтовой линии с постоянным шагом. Является основным элементом резьбового соединения, винтовой передачи, а также червячного зацепления зубчато-винтовой передачи [1]. Профиль круглой резьбы образован дугами, связанными между собой участками прямой линии (рис. 1). Профиль круглой резьбы описан в ГОСТ 17196-77, ISO 10208 и DIN 20317. Круглая резьба применяется ограниченно: для водопроводной арматуры, в отдельных случаях для крюков подъемных кранов, а также в условиях воздействия агрессивной среды.

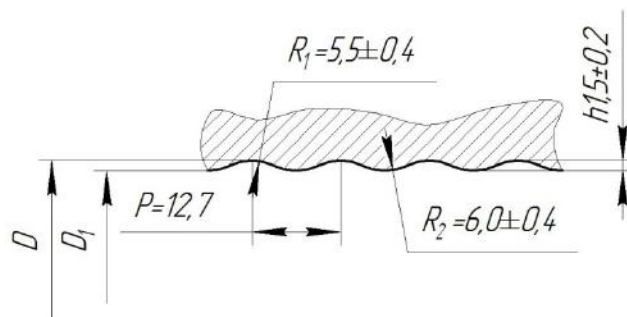


Рисунок 1 – Изображение круглой резьбы

Существует способ [2] формообразования круглой резьбы (рис. 2), в котором используют обработку за один проход, где режущему инструменту придают прямолинейное движение вдоль оси заготовки 1. В качестве режущего инструмента используют мерную фрезу 2, закрепленную в цанговой оправке 3, в корпусе 4 которой равномерно распределены по периферии режущие пластины 5, закрепленные винтами 6. Профиль пластин симметричен относительно плоскости, перпендикулярной оси фрезы, и с углом  $\varepsilon$  при вершине, равным 35–90°. Фрезу придают вращение относительно своей оси и дополнительно придают круговое движение фрезы вокруг оси заготовки, согласующееся с прямолинейным движением фрезы таким образом, что за одно круговое движение фреза перемещается вдоль оси заготовки на величину, равную шагу  $p$  резьбы, кроме того, ось заготовки параллельна оси вращения мерной фрезы.

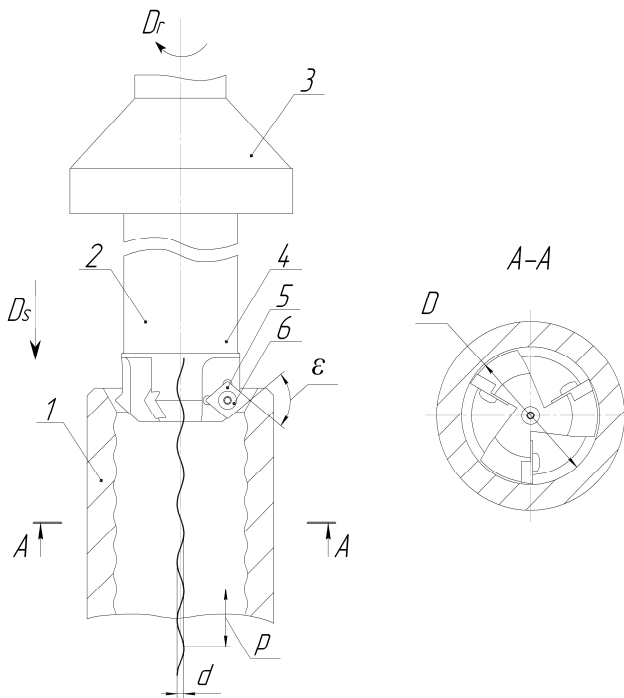


Рисунок 2 – Схема формообразования круглой резьбы

В современном машиностроении широко используется мерный инструмент для получения отверстий (развертки, сверла и т. д.) и нарезания резьбы (метчики, плашки). Но точность обработки в таком случае зависит от износа инструмента, который неизбежен во время стружкообразования. При этом, когда износ достигает значений, при которых невозможно получить заданную точность, инструмент становится непригодным для дальнейшего использования.

**Целью настоящей работы является** изучение возможности корректирования размеров круглой резьбы при обработке мерным инструментом и обеспечения компенсации износа.

### АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КРУГЛОЙ РЕЗЬБЫ

Известны способы обработки, при которых возможно корректирование траектории движения формообразующей точки инструмента в зависимости от его износа, и при этом сохраняется заданная точность обрабатываемых поверхностей, например, контурное фрезерование, растачивание, точение, резбозфрезерование, нарезание резьбы резцом и др.

Рассматриваемый в данной статье способ обработки круглой резьбы осуществляется на станке с числовым программным управлением, при этом задаются траектория перемещения инструмента, а соответственно, и траектория движения формообразующей точки, таким образом, появляется возможность программно изменять эту траекторию.

Поскольку рассматриваемый способ легко смоделировать при помощи любой программы для трехмерного твердотельного моделирования, то было предложено реализовать такое моделирование в программе КОМПАС 3D. Формообразование резьбы

происходило путем вырезания отверстия окружностью заданного диаметра по спиральной траектории. Процесс реализовался для резьбы R32 ISO10208.

Для оценки влияния траектории движения формообразующей точки на размеры профиля резьбы было предложено изменять диаметр спирали  $d$  в интервале от 1,0 до 2,0 мм с шагом 0,2 мм. При этом оценивалось изменение внутреннего  $D_1$  и наружного  $D$  диаметров самой резьбы. Проведенное исследование позволило установить, что происходит обратно пропорциональное изменение внутреннего диаметра  $D_1$  от 29 до 18 мм, а наружный диаметр  $D$  увеличивается с 31 до 32 мм (рис. 3). При этом также было установлено изменение радиусов сопряжения круглой резьбы  $R_1$  и  $R_2$ , которые при увеличении диаметра спирали  $d$  также уменьшали свои значения (рис. 4).

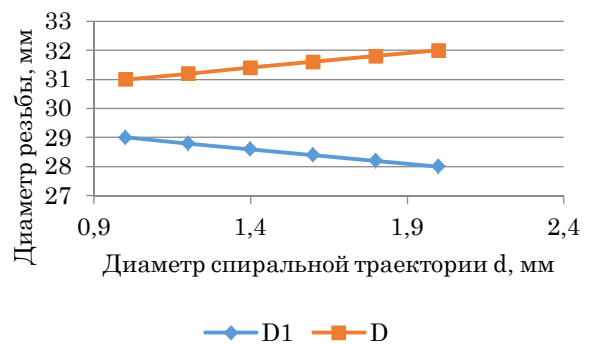


Рисунок 3 – Влияние диаметра спиральной траектории на диаметры резьбы

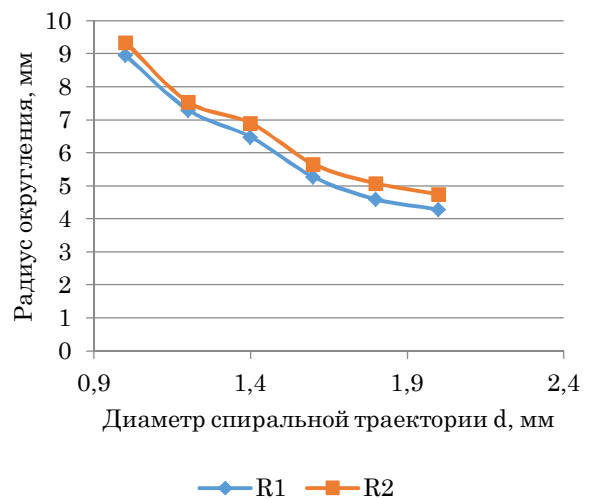


Рисунок 4 – Влияние диаметра спиральной траектории на радиусы округления резьбы

Для оценки влияния величины износа режущего инструмента на геометрические параметры профиля резьбы было предложено в 3D-модели изменять диаметр формообразующей окружности (диаметр фрезы). При этом измерялись изменения внутреннего  $D_1$  и наружного  $D$  диаметров резьбы (рис. 5) и радиусы округления  $R_1$  и  $R_2$  (рис. 6).

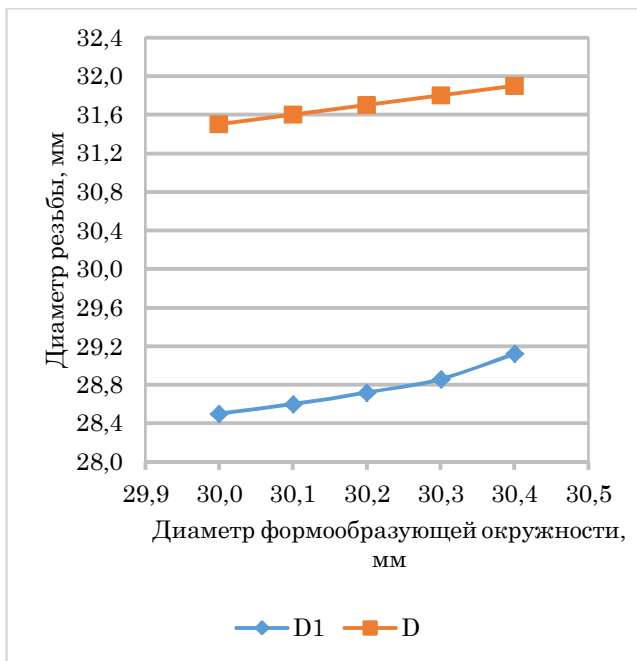


Рисунок 5 – Влияние диаметра формообразующей окружности на диаметры круглой резьбы

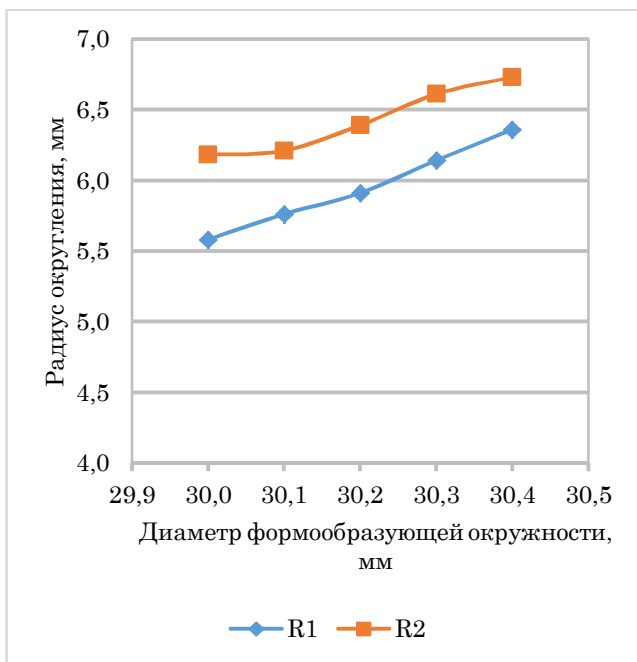


Рисунок 6 – Влияние диаметра формообразующей окружности на радиусы округления круглой резьбы

Полученные результаты согласуются с зависимостью, предложенной в [2]:

$$D_{\phi} = D_1 + (H_1 + T_{H1}), \quad (1)$$

где:  $D_{\phi}$  – диаметр фрезы;  $H_1$  – высота профиля резьбы;  $T_{H1}$  – допуск на высоту профиля резьбы.

Анализируя формулу 1, можно заметить, что при уменьшении диаметра фрезы вследствие ее износа соответственно будут уменьшаться внутренний диаметр резьбы и высота профиля, а следствием уменьшения профиля резьбы будет увеличение радиусов сопряжения резьбы.

Проведенные исследования позволили установить, что при увеличении износа режущих кромок инструмента (уменьшении диаметра формообразующей окружности) происходит уменьшение диаметров круглой резьбы и радиусов округления профиля резьбы.

## ВЫВОДЫ

Отклонения геометрических параметров круглой резьбы, вызванные износом инструмента при фрезеровании мерным инструментом, на станке с числовым программным управлением можно корректировать за счет изменения диаметра спиральной траектории. Более того, рассматриваемый способ фрезерования круглой резьбы позволяет выполнять фрезерование при прямом и обратном ходе инструмента с разными траекториями, что позволяет на прямом ходе формировать наружный диаметр резьбы  $D$ , а при обратном ходе (извлечении инструмента из детали) формировать внутренний диаметр резьбы  $D_1$  и радиусы округления профиля резьбы  $R_1$  и  $R_2$ .

## Adjusting the size of the rope thread in the machining of dimensional tool

S. S. Nekrasov<sup>1)</sup>, E. A. Ageeva<sup>2)</sup>

1), 2) *Sumy State University, 2, Rimsky Korsakov Str., Sumy, Ukraine, 40007*

The article considers the possibility of adjustment the geometrical deviations profile rope thread with a large pitch, which appear as a consequence of wear of the cutting tool during machining. Due to the fact that the method of processing rope thread easily modeled by cutting the circle along a spiral trajectory, then this method easily explore the any medium for 3-D modeling. Conducted analysis of influence of trajectory of the dimensional instrument and the value of its wear on the thread diameters and the

radiuses of rounding. The results allow establishing that due to changes in the tool path correction is possible geometrical parameters of rope thread, thereby will process with ensuring the required geometry. The proposed approach is reduces the cost of the cutting tool by increasing its resources.

**Keywords.** rope thread, thread milling, the tool wear, measuring tools, machining rope thread

## Дослідження можливості корекції розмірів круглої нарізки при обробці мірним інструментом

С. С. Некрасов<sup>1)</sup>, Є. А. Агеева<sup>2)</sup>

<sup>1), 2)</sup> Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, Суми, Україна, 40007

У статті розглянуто питання про можливість коригування геометричних відхилень профілю круглої нарізки з великим кроком, що виникають у наслідок зношення різального інструменту під час обробки. Завдяки тому, що розглянутий спосіб обробки круглої нарізки легко моделюється шляхом вирізання отвору колом по спіральній траєкторії, такий спосіб легко дослідити в будь-якому середовищі для 3D-моделювання. Виконано аналіз впливу траєкторії руху мірного інструменту та величини його зношення на діаметри нарізки та радіуси її округлення. Одержані результати дозволили встановити, що за рахунок зміни траєкторії руху інструменту можливе коригування геометричних параметрів круглої нарізки, тим самим буде виконуватися обробка із забезпеченням належної геометрії. Запропонований підхід дозволяє знизити витрати на різальний інструмент за рахунок збільшення його ресурсу.

**Ключевые слова:** кругла нарізка, фрезерування нарізки, знос інструменту, мірний інструмент, нарізання круглої нарізки.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба. Термины и определения : ГОСТ 11708-82.
2. Пат. 103734 У Україна, МПК ((2013.01) B23C 3/32 (2006.01) B23B 1/00. Спосіб обробки круглої внутрішньої різьби / С. С. Некрасов, Д. В. Криворучко, А. О. Нешта (Україна); заявник та патентовласник Сумський держ. ун-т. - № а201214037 ; заявл. 10.12.2012 ; опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.
3. Некрасов С. С. Способы обработки круглой резьбы / С. С. Некрасов, Д. В. Криворучко, А. А. Нешта // Оборудование и инструмент для профессионалов: Металлообработка. – Харьков : ЦентрИнформ – 2013. – № 4. – С. 86–88.
4. Некрасов С. С. Фрезерование круглой внутренней резьбы с большим шагом / С. С. Некрасов, А. А. Нешта // Машиностроение - основа технологического развития России ТМ-2013: Сборник научных статей V Международной научно-технической конференции. – Курск: Юго-Западный государственный университет., 2013. – С. 358–359.
5. Нешта А. А. Область применения метода обработки внутренней резьбы мерным инструментом / А. А. Нешта, Д. В. Криворучко // Вісник НТУ «ХП». – 2015. – № 4. – С. 145–149.

### REFERENCES

1. Osnovnyye normy vzaimozamenyayemosti . Rez'ba . Terminy i opredeleniya [Basic norms of interchangeability. Thread. Terms and Definitions]: HOST 11708-82 [in Russian].
2. Pat. 103734 U Ukraine, MPK ((2013.01) B23C 3/32 (2006.01) B23B 1/00. Sposib obrobki krugloї vnutrishnoї rizbi [A method of processing a circular inner thread] / S. S. Nekrasov, D. V. Kryvoruchko, A. O. Neshta (Ukraine); applicant and patentee Sumy State University - № а201214037; claimed 10.12.2012; published 11.11.2013, Bul. № 21 [in Ukrainian].
3. Nekrasov S. S., Kryvoruchko D. V., Neshta A. A. (2013). Sposoby obrabotki krugloy rez'by [Methods of machining rope thread]. Equipment and tools for professionals: Metal. – Kharkiv : CentrInform, 4, 86–88 [in Russian].
4. Nekrasov S. S., Neshta A. A. (2013). Frezerovaniye krugloy vnutrenney rez'by s bol'shim shagom [Milling rope inner thread of large pitch]. Mechanical engineering - the basis of technological development of Russia TM, 358–359 [in Russian].
5. Neshta A. A., Kryvoruchko D. V. (2015) Oblast' primeneniya metoda obrabotki vnutrenney rez'by mernym instrumentom [Application of the method of processing the inner thread dimensional tool]. NTU «ХП», 4, 145–149 [in Russian].