

*Key words: grinding, round grinding, profile error, mathematical model, analysis, artificial intelligence.*

*Reshetnikova Olga Pavlovna, candidate of technical sciences, docent, [olgareshetnikova1@yandex.ru](mailto:olgareshetnikova1@yandex.ru), Russia, Saratov, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,*

*Iznairov Boris Mikhailovich, candidate of technical sciences, docent, [bageev1@mail.ru](mailto:bageev1@mail.ru), Russia, Saratov, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,*

*Vasin Alexey Nikolaevich, doctor of technical sciences, professor, [vasin@sstu.ru](mailto:vasin@sstu.ru), Russia, Saratov, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,*

*Finogeev Daniil Yurievich, master's, [daniil.sstu@gmail.com](mailto:daniil.sstu@gmail.com), Russia, Saratov, Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin,*

*Nasad Tatiana Gennadievna, doctor of technical sciences, professor, [tgnas@mail.ru](mailto:tgnas@mail.ru), Russia, Saratov, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov*

УДК 67.05

DOI: 10.24412/2071-6168-2023-8-654-655

## **МОДИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ВИНТОВЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

А.М. Шапошников, К.И. Порсев

*В статье представлены результаты исследований и опытных конструкторско-технологических разработок в области модификации конструкции универсальной делительной головки УДГ Д-160 с целью фрезерования винтовых зубчатых колес с использованием метода дифференциального деления. Предлагаемый авторами вариант модификации конструкции универсальной делительной головки УДГ Д-160 позволяет упростить процесс фрезерования винтовых поверхностей зубчатых колес и делает возможным определение параметров настройки для фрезерования винтовых канавок, в том случае, когда подобрать диск с соответствующим количеством канавок методом простого деления невозможно.*

*Ключевые слова: модификация, универсальная делительная головка, фрезерование, винтовые канавки.*

На сегодняшний день универсальные станочные приспособления выступают неотъемлемой составляющей любого материалообрабатывающего производства [1-3]. Универсальные станочные приспособления в основном применяются на универсальных металлорежущих станках и используются в единичном, мелкосерийном и серийном производстве. Наиболее распространенными универсальными приспособлениями являются: токарные патроны, машинные тиски, делительные головки [2].

Универсальная делительная головка – обязательное станочное приспособление, применяемое для работы на фрезерных и координатно-расточных станках. Она используется для периодического поворота заготовки на равные или неравные углы, например, при нарезании зубьев, фрезерования многогранников, впадин между зубьями колёс, канавок режущих инструментов, для более точного перемещения стола станка, а также для непрерывного вращения заготовки согласованно с продольной (осевой) подачей [4]. Настройку универсальных делительных головок производят методами непосредственного, простого и дифференциального деления [5].

Метод простого деления применяется в случае, когда передаточное отношение передач в цепи между валом рукоятки и шпинделем выражается в виде простой дроби. При делении заготовок на  $Z$  равных частей, величина периодического поворота шпинделя должна составлять  $1/Z$  оборотов. Для этого рукоятку необходимо повернуть относительно неподвижного диска на  $n_p$  оборотов. Однако существенным недостатком метода простого деления является ограниченное число делительных окружностей на делительном лимбе, которое не всегда дает возможность осуществлять простое деление. В таком случае применяется метод дифференциального деления.

Сущность метода дифференциального деления заключается в подборе фиктивного числа частей  $Z_\phi$ , на которое необходимо провести деление, близкое к заданному  $Z$  и удовлетворяющее простому способу деления. Если выполнить простое деление, то шпиндель повернется на  $1/Z_\phi$  оборота вместо  $1/Z$ . Для компенсации полученной разницы шпинделю сообщают дополнительный поворот равный разнице между  $1/Z$  и  $1/Z_\phi$ . Если эта разность положительна, то дополнительный поворот делают в ту же сторону, что и основной, а если разность отрицательна, то поворот делают в противоположную сторону. Таким образом, рукоятка должна совершить основной поворот для компенсации указанной выше разности. При методе дифференциального деления настройки делительной головки необходимо использовать гитару, соединяющую шпиндель делительной головки и диск.

При фрезеровании винтовых поверхностей заготовке необходимо сообщить одновременно два движения – перемещение вдоль оси и согласованное с ним вращение [5]. При нарезании винтовых канавок гитара нужна для соединения ходового винта стола и шпинделя делительной головки. В виду сдвига зубчатых колес при обратной сборке, использование одного приклона при пересборке гитар невозможно, что в конечном итоге делает необходимым изменение конструкции универсальной делительной головки и обуславливает актуальность данного исследования.

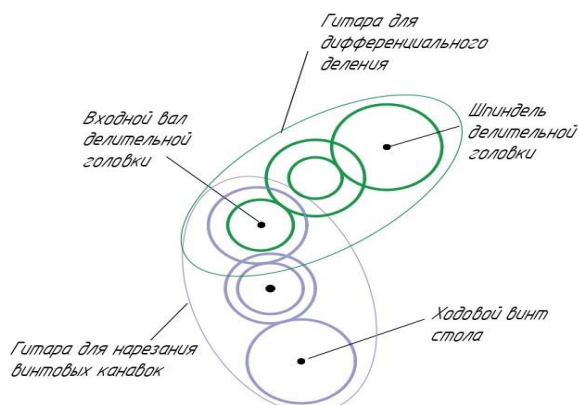
Целью исследования являлась модификация конструкции универсальной делительной головки для фрезерования винтовых зубчатых колес с использованием метода дифференциального деления. В качестве объекта исследования была выбрана универсальная делительная головка УДГ Д-160 (рис.1)



**Рис. 1. Стандартный вид конструкции УДГ Д-160**

В рамках опытных конструкторско-технологических работ были поставлены задачи проектирования и изготовления двух гитар, по очереди, использующихся для нарезания винтовых канавок и для настройки делительной головки, в том случае, когда диск с соответствующим количеством отверстий подобрать не удастся, а так же проектирование и изготовление дополнительного приклона.

Предлагаемая схема работы модифицированной конструкции УДГ Д-160 представлена на рис. 2.



**Рис. 2. Схема работы модифицированной конструкции УДГ-Д-160**

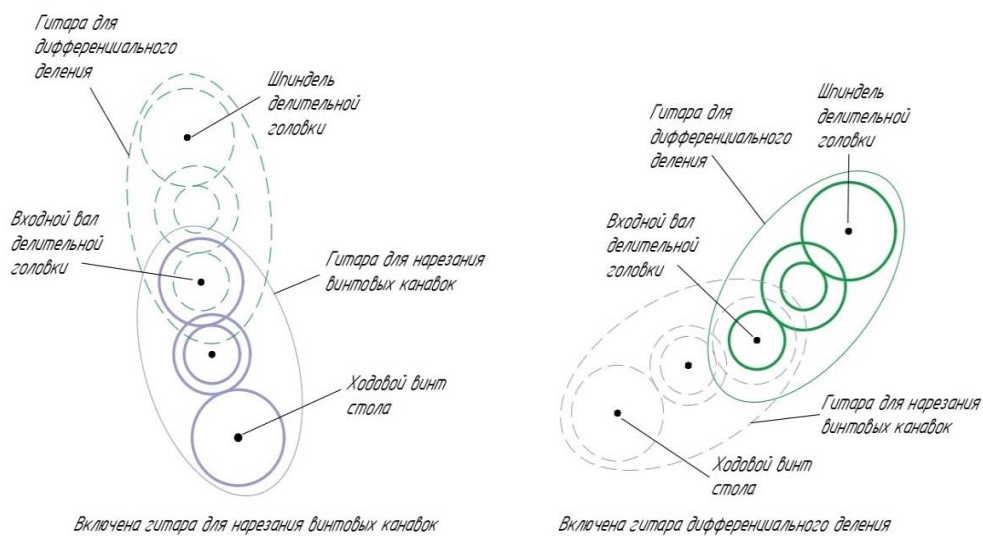
Вид модифицированной конструкции УДГ Д-160 представлен на рис. 3.



**Рис. 3. Модифицированная конструкция УДГ Д-160**

Приклоны (спроектированный и изготовленный, а так же исходный) оснащены новыми пальцами с бронзовыми втулками. Для посадки двух приклонов был конструктивно переработан входной вал УДГ Д-160, дополнительно сделан выход от шпинделя делительной головки на гитару, а также отрегулировано крепление делительного диска.

На рис. 4 представлены схемы работы модифицированной УДГ Д-160 в различных режимах.



**Рис. 4. Схемы работы модифицированной УДГ Д-160**

В качестве примера апробации предлагаемых авторами решений следует решить задачу, когда необходимо определить параметры настройки для фрезерования винтовых канавок с числом нарезаемых зубьев ( $Z=79$ ). При условии, что стандартная характеристика делительной головки ( $N = 40$ ), фиктивное число частей ( $Z\phi = 80$ ), передаточное отношение двух пар зубчатых колес внутри делительной головки ( $C=1$ ), то передаточное отношение сменных колес будет определяться по (1):

$$\frac{a \cdot c}{b \cdot d} = \frac{40}{1} \cdot \left(\frac{80-79}{80}\right) = \frac{40}{80}, \quad (1)$$

где  $a, b, c, d$  – числа зубьев на стандартном комплекте сменных колес УДГ Д-160.

Поставленная задача решается с помощью двух зубчатых колес. Знак плюс передаточного отношения показывает, что рукоятка и делительный диск вращаются в одну сторону, следовательно, между колесами  $a$  и  $d$  необходимо установить ставим одно промежуточное колесо  $b$ .

В качестве другого примера апробации предлагаемых авторами решений следует решить обратную задачу, когда необходимо определить параметры настройки УДГ Д-160 для фрезерования винтовых канавок с числом нарезаемых зубьев ( $Z = 83$ ). При условии, что стандартная характеристика делительной головки ( $N = 40$ ), фиктивное число частей ( $Z\phi = 80$ ), передаточное отношение двух пар зубчатых колес внутри делительной головки ( $C=1$ ), то передаточное отношение сменных колес будет определяться по (2):

$$\frac{a \cdot c}{b \cdot d} = \frac{40}{1} \cdot \left(\frac{80-83}{80}\right) = \frac{60}{40} \quad (2)$$

Поставленная задача решается с помощью двух зубчатых колес с числом зубьев  $a = 60$  и  $d = 40$ . Рукоятка и делительный диск вращаются в разных направлениях, следовательно, между колесами  $a$  и  $d$  ставится три промежуточных колеса для создания реверса.

Таким образом, в результате применения предлагаемой авторами модифицированной конструкции УДГ Д-160 становится возможным определением параметров настройки для фрезерования винтовых канавок, в том случае, когда подобрать диск с соответствующим количеством канавок методом простого деления не удастся.

### Список литературы

1. Мясников Ю.И., Дьяконов А.А. Совершенствование конструкций универсальных станочных приспособлений // СТИН. 2015. №. 7. С. 23-25.
2. Жигалов Б.С., Кондрашов А.Г. Перспективы универсальных станков и станочного приспособления // Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации», Курск, Изд-во: Юго-Западный государственный университет (Курск). С. 181-185.
3. Гринёв Д.В. К вопросу о выборе станочного приспособления // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Технические науки. 2019. №. 9. С. 9-12.
4. Манджиев Х.О., Мучкинова Л.И. Разработка универсальной делительной головки на мини станки // Сборник материалов межрегиональной молодежной научно-технической конференции «Наука и молодежь», Элиста, 19-26 октября 2016 г. Изд-во: ООО «Броско». С. 63-65.
5. Оглоблин А.Н. Делительные головки и их настройки. – Москва-Ленинград: Машиностроение, 1964.

*Шапошников Александр Михайлович, канд. техн. наук, доцент, shaposhnikovam@ystu.ru, Россия, Ярославль, Ярославский государственный технический университет,*

*Порсев Кирилл Игоревич, канд. техн. наук, заведующий кафедрой, [porsevki@ystu.ru](mailto:porsevki@ystu.ru), Россия, Ярославль, Ярославский государственный технический университет*

## *MODIFICATION OF THE DESIGN OF THE UNIVERSAL DIVIDING HEAD FOR MILLING SCREW GEARS*

*K.I. Porsev, A.M. Shaposhnikov*

*The article presents the results of research and design and technological developments in the field of modification of the design of the universal dividing head UDG D-160 for the purpose of milling helical gears using the method of differential division. The variant of modification of the design of the universal dividing head UDG D-160 proposed by the authors makes it possible to simplify the process of milling the screw surfaces of gears and makes it possible to determine the settings for milling screw grooves, in the case when it is not possible to select a disk with the appropriate number of grooves by simple division.*

*Key words: modification, universal dividing head, milling, screw grooves.*

*Shaposhnikov Alexander Michailovich, candidate of technical science, docent, [shaposhnikovam@ystu.ru](mailto:shaposhnikovam@ystu.ru), Russia, Yaroslavl, Yaroslavl State Technical University,*

*Porsev Kirill Igorevich, candidate of technical science, head of the department, [porsevki@ystu.ru](mailto:porsevki@ystu.ru), Russia, Yaroslavl, Yaroslavl State Technical University*

УДК 621.8.036

DOI: 10.24412/2071-6168-2023-8-658-659

## **ПРИМЕНЕНИЕ БАЙЕСОВСКОГО ПОДХОДА В ОЦЕНКЕ РИСКОВ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ КРАНОВЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ**

**С.А. Мотевич**

*Задача выбора метода диагностирования элементов металлоконструкций является достаточно сложной и противоречивой, так как большое количество видов дефектов и способов их обнаружения подразумевает необходимость в оптимизации этого процесса. В статье предлагается подход, основанный на оценке рисков ошибок первого и второго родов при проведении диагностирования.*

*Ключевые слова: усталость, циклические нагрузки, поврежденность, разрушение, риск.*

Современный подход к контролю состояния металлоконструкций машин основан в первую очередь на том, чтобы обеспечить достаточную объективность оценки, которая будет обеспечивать заданный уровень безопасной эксплуатации. При этом ключевым моментом будет применение методов неразрушающего контроля, которые бы отличались высокой эффективностью при малых затратах времени.

Однако, необходимо принимать во внимание, что существующие дефекты металлоконструкций могут быть очень разными. Поэтому обратимся к рассмотрению наиболее ответственных металлоконструкций, разрушение которых может привести к дорогостоящему ремонту или техногенной катастрофе. К таким конструкциям можно отнести, например, главные и концевые балки мостовых кранов, стрелы и башни башенных кранов, конструкции грузовых тележек и опор и т.д. [1].