

УДК 531.16:51-74

**А. В. Алифанов, И. А. Богданович, С. И. Русан, В. В. Цуран**

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи, Республика Беларусь, +375 (29) 352 71 81, alifanov\_aav@mail.ru

## **ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ВЫСОКОТОЧНОГО, ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО МЕТОДА ЗАТОЧКИ РЕЖУЩЕГО ЛЕЗВИЯ ГЕЛИКОИДАЛЬНЫХ РУБИЛЬНЫХ НОЖЕЙ**

Проведен анализ разработанного по заданию 3.2.01 Государственной программы научных исследований «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии» подпрограммы «Материалы в технике» устройства для заточки режущих лезвий геликоидальных рубильных ножей, а также методов настройки механизмов заточки по крайним точкам и по средней точке режущего лезвия. Отмечены их преимущества и недостатки. Сделан вывод о целесообразности модернизации устройства с целью повышения точности и качества заточенного лезвия и повышения производительности процесса заточки. Определены задачи модернизации.

**Ключевые слова:** геликоидальные рубильные ножи; устройство для заточки ножей; методы настройки механизма заточки; переменный угол заточки; точность; автоматизация; производительность.

Рис. 5. Библиогр.: 4 назв.

**A. V. Alifanov, I. A. Bogdanovich, S. I. Rusan, V. V. Tsuran**

Baranovichi State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21 Voykova Str, 225404 Baranovichi, the Republic of Belarus, +375 (29) 352 71 81, alifanov\_aav@mail.ru

## **JUSTIFICATION OF THE DEVELOPMENT OF AN IMPROVED HIGH-PRECISION, HIGH-PERFORMANCE METHOD OF CUTTING BLADE OF HELICOIDAL CUTTING BLADES**

The study was done in accordance with task 3.2.01 of the State research program “Physical Materials Science, New Materials and Technologies”, subprogram “Materials in Engineering”. The developed device for sharpening the cutting blades of helicoidal chipping knives, as well as the methods for setting the sharpening mechanisms at the extreme points and at the midpoint of the cutting blade were analyzed. Their advantages and limitations have been noted. The conclusion is made about the feasibility of upgrading the device in order to improve the accuracy and quality of the sharpened blade, and increase the productivity of the sharpening process. The tasks of modernization have been defined.

**Key words:** helical chipping knives; knife sharpening device; sharpening mechanism adjustment methods; variable sharpening angle; accuracy; automation; productivity.

Fig. 5. Ref.: 4 titles.

**Введение.** В результате проведения научно-исследовательских работ в рамках задания 3.2.01 (2016—2018 годы) разработано экспериментальное устройство, в котором закрепление рубильного ножа происходит в специальном барабане без принудительного изгиба, что исключает возникновение внутренних напряжений, разработаны основы расчета траектории шлифования режущего лезвия геликоидального ножа, позволяющего получать заданную разницу угла заточки в начале и в конце режущего лезвия; разработан метод настройки механизма шлифования геликоидальных рубильных ножей по крайним (концевым) точкам и средней точке режущего лезвия. Однако методы расчета нуждаются в уточняющей и упрощающей доработке, в том числе с целью возможности их компьютеризации, а работу шлифовального устройства необходимо перевести с ручного управления на автоматическое.

С учетом этого основными задачами данного проекта являются разработка уточненной математической модели процесса шлифования режущего лезвия геликоидальных ножей и составление компьютерной программы для расчета геометрических параметров элементов механизма шлифования. С целью повышения производительности процесса шлифования режущих лезвий геликоидальных рубильных ножей предполагается также разработать пакетный способ шлифования, позволяющий одновременно обрабатывать два и более геликоидальных ножей.

Предлагается также, с целью увеличения возможностей по выбору скорости продольного перемещения барабана с закрепленной заготовкой геликоидального ножа относительно вращающегося шлифовального круга, применить мотор-редуктор и произвести соответствующую конструктивную доработку устройства для заточки геликоидальных ножей.

**Основная часть. Анализ разработанных методов настройки механизма заточки режущего лезвия геликоидальных рубильных ножей [1].**

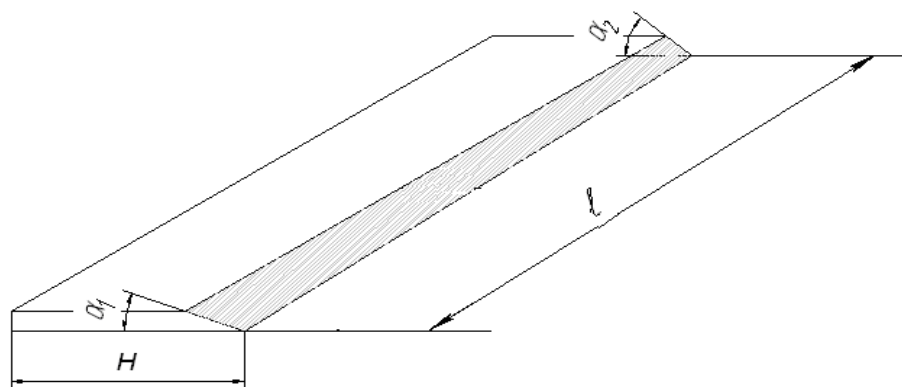
На рисунке 1 показан общий вид геликоидального рубильного ножа.

Из рисунка видно, что угол заточки изменяется вдоль лезвия ножа, причем начальный угол заточки меньше конечного ( $\alpha_2 > \alpha_1$ ), что значительно усложняет процесс заточки.

При выполнении задания 3.2.01 в течение 2016—2018 годов было разработано два метода настройки механизма для высокоточной заточки режущего лезвия геликоидальных рубильных ножей: по крайним точкам и по средней точке режущего лезвия.

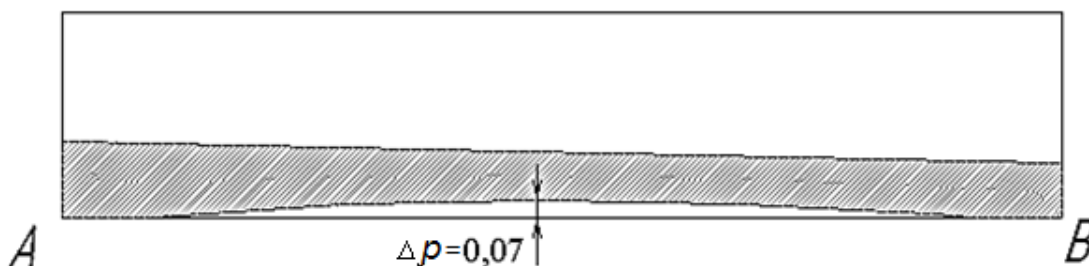
Первый метод (по концевым точкам) наиболее эффективен при заточке ножей, имеющих малые углы депланации (отклонения)  $\lambda \leq 5^\circ$ .

На рисунке 2 схематически показан геликоидальный рубильный нож, заточенный при настройке механизма по концевым точкам.



$l$  — длина ножа;  $H$  — ширина ножа;  $\alpha_1$  — начальный угол заточки;  $\alpha_2$  — конечный угол заточки

**Рисунок 1. — Геликоидальный рубильный нож**



**Рисунок 2. — Схема рубильного ножа, заостренного при настройке механизма по концевым точкам A, B**

Незатемненная часть лезвия у кромки  $AB$  не заточена (на рисунке ее площадь значительно увеличена). Если заготовка представляет собой полуфабрикат — пластину со скошенным под углом  $\alpha_2$  краем, — то незатемненная на рисунке нижняя ее часть остается заостренной под этим углом.

Расчеты показали, что у данного ножа, имеющего длину 300 мм и угол депланации  $5^\circ$ , незаточенной осталась центральная часть лезвия с максимальной величиной отклонения  $\Delta p = 0,07$  мм. Учитывая, что допускаемая погрешность составляет 0,2 мм, полученный результат можно рассматривать как достаточно точный.

Настройка описанного выше механизма для заточки рубильных ножей по крайним точкам кромки  $AB$  накладывает жесткие ограничения на выбор угла депланации.

Для расширения этих пределов с сохранением качества заточки механизм для заточки рубильных ножей можно настраивать иначе — по средней точке  $K$  (рисунок 3) ребра  $AB$  заготовки.

На рисунке 3 показан геликоидальный рубильный нож, заточенный при настройке механизма по средней точке режущей кромки лезвия. Искривление режущей кромки значительно увеличено.

Из рисунка 3 видно, что отклонение от прямолинейности заточенной режущей кромки по ее краям  $\Delta p = 0,05$  мм.

Согласно ГОСТ 17432-87 [2] отклонение от прямолинейности не должно превышать 0,2 мм на всей длине ножа (в нашем случае  $l = 300$  мм). Рубильные ножи выбранного типа и размеров имеют углы заострения  $\alpha_1 = 29^\circ 42'$ ,  $\alpha_2 = 34^\circ 42'$ , т. е. разность углов равна  $5^\circ$ , а отклонение  $\Delta p$  составляет от 0,05 до 0,07 мм на длине 300 мм, что значительно меньше регламентированной погрешности 0,2 мм [3; 4].

Следовательно, рассмотренный механизм заточки по крайним (см. рисунок 2) и средней (см. рисунок 3) точкам режущей кромки лезвия удовлетворяет требованиям ГОСТ и может быть использован в производстве в процессах шлифования режущей кромки геликоидальных ножей.

**Предлагаемые методы повышения точности, производительности и качества процесса заточки режущего лезвия геликоидальных ножей.** В настоящей работе поставлена задача еще больше уменьшить отклонение от прямолинейности заточенной режущей кромки, для чего необходимо произвести уточнение математических расчетов.

В исследованиях, выполненных в 2016—2018 годах, задача определения геометрических параметров механизма шлифования сводилась к алгебраическому уравнению высокого порядка с трудно анализируемыми корнями. Также были разработаны два алгоритма последовательных приближений, сходимость которых зависит от разницы углов ( $\alpha_2 - \alpha_1$ ). При изменении разницы углов необходимо выполнять новый расчет. Значит, возникает необходимость в составлении компьютерной программы расчетов.

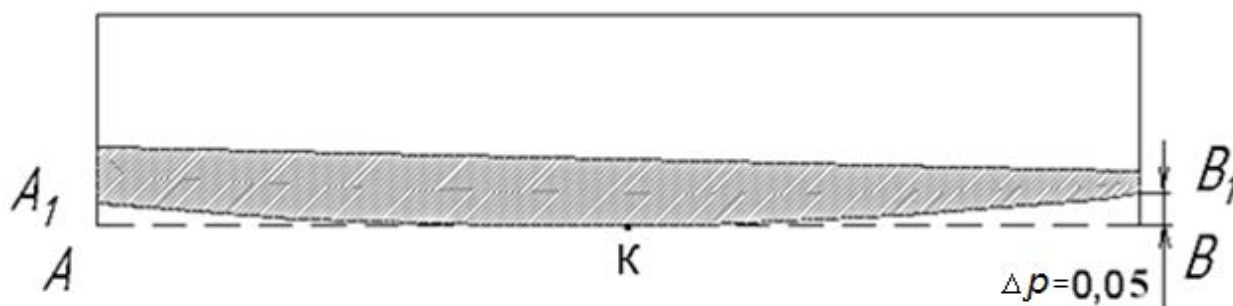


Рисунок 3. — Схема рубильного ножа, заостренного при настройке механизма по средней точке режущей кромки лезвия

Для оперативного получения информации в процессе поисков оптимального варианта геометрических параметров механизма шлифования планируется разработать приближенный (инженерный) метод расчетов с достаточной точностью при малых углах деформации. Пределы его применимости следует установить с помощью точного метода последовательных приближений.

Результаты приближенного (инженерного) метода могут рационально применяться при использовании точного метода последовательных приближений в качестве первого приближения.

Как видно из рисунков 2 и 3, при использовании методов настройки механизма шлифования по крайним точкам или по средней точке режущего лезвия остаются незаточенными участки лезвия, расположенные в центральной части (см. рисунок 2), или ближе к краям режущего лезвия (рисунок 3). При обеспечении полной заточки лезвия происходит срез излишней части металла на концах режущего лезвия (см. рисунок 2) или в его центре (см. рисунок 3).

Для устранения этих недостатков в данной работе предполагается разработать метод настройки механизма шлифования по точкам, расположенным между концами и центром режущего лезвия. В соответствии с полученными результатами расчетов будет произведена модернизация опытного устройства для заточки режущих лезвий геликоидальных рубильных ножей, разработанного ранее при выполнении задания 3.2.01 в 2016—2018 годах.

Для существенного повышения производительности разработанного метода шлифования геликоидальных ножей в данной работе запланировано изучить и реализовать задачу одновременного шлифования двух и более геликоидальных ножей (так называемый пакетный способ). Этот способ находит применение в процессах шлифования обычных ножей с прямолинейной режущей кромкой. Наличие винтообразной геликоидальной режущей кромки существенно усложняет задачу.

С целью повышения качества шлифования поверхностей и производительности процесса шлифования в данной работе предполагается модернизировать механизм управления процессом шлифования. Первоначально было разработано опытное устройство для заточки геликоидальных ножей с ручным управлением (рисунок 4).

Разработанное устройство отличается низкой производительностью. Кроме того, из-за неравномерной скорости вращения рукой маховичка поступательное перемещение барабана с установленным ножом, осуществляется также неравномерно, что приводит к получению некачественной поверхности режущего лезвия.

Для устранения этих недостатков разработанное устройство было модернизировано и вместо ручного управления установлено электроприводное.

Представим фотографию устройства, укомплектованного электродвигателем и редуктором (рисунок 5).



**Рисунок 4.** — Устройство для заточки геликоидальных рубильных ножей с ручным управлением



**Рисунок 5.** — Фотография устройства для заточки геликоидальных рубильных ножей, укомплектованного электродвигателем

К недостаткам модернизированного устройства следует отнести ограниченные возможности по выбору числа оборотов выходного вала редуктора, соединенного с электродвигателем и, соответственно, скорости поступательного движения барабана с закрепленным ножом относительно вращающегося шлифовального круга.

Для устранения этого недостатка предполагается применить мотор-редуктор и произвести соответствующее конструктивное изменение в устройстве для заточки режущих лезвий геликоидальных рубильных ножей.

**Заключение.** Проведен анализ разработанного в предыдущем задании 3.2.01 (2016—2018 годы) устройства для заточки режущих лезвий геликоидальных рубильных ножей, а также методов настройки механизмов заточки по крайним точкам и по средней точке режущего лезвия. Отмечены их преимущества и недостатки. Сделан вывод о целесообразности модернизации устройства с целью повышения точности и качества заточенного лезвия, и повышения производительности процесса заточки. Определены задачи модернизации. В частности, необходимо разработать приближенный метод расчетов геометрических параметров механизма шлифования, достаточно точный при малых углах депланации, а пределы его применимости следует установить с помощью точного метода последовательных приближений.

Для повышения качества и точности заточки признано необходимым разработать метод настройки механизма шлифования по точкам, находящимся между концевыми и средней точками режущего лезвия.

В целях повышения производительности процесса шлифования необходимо изучить возможность одновременного шлифования двух и более геликоидальных ножей, а также произвести автоматизацию процесса шлифования путем применения мотора-редуктора.

#### Список цитируемых источников

1. Алифанов, А. В. Бездефектный способ заточки геликоидального рубильного ножа / А. В. Алифанов, С. И. Русан, В. В. Цуран // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. — 49 с.
2. Технические требования к рубильным ножам : ГОСТ 17432-87. — М. : Гос. ком по стандартам, 1987.
3. Конструкция, характеристика, размеры рубильных ножей : ОСТ 13-32-74. — М. : Гос. ком по стандартам, 1974.
4. Ножи для рубильных машин. Технические условия : ГОСТ 17342-81. — М. : Гос. ком по стандартам, 1981.

Данная работа выполнена в рамках задания 3.2.14 Государственной программы научных исследований «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии», подпрограммы «Материалы в технике» (срок выполнения: 2019—2020 гг.).

Поступил в редакцию 03.05.2019