

УДК 316.422

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОТЯЖЕК МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Г. М. Зайнуллина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>sgm.35@mail.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (УУНИТ)

Поступила в редакцию 22.04.2023

**Аннотация.** Существуют достаточно много способов восстановления изношенного инструмента, обеспечивающих получение его первоначальных размерных и геометрических характеристик рабочей части. Для восстановления изношенного инструмента используется достаточно большой арсенал методов, таких как, например, заточка, наплавка, нанесение покрытий, пластическое деформирование [1–3].

Восстановление инструмента методом пластического деформирования является одним из наиболее распространенных технологий, основанных на пластическом деформировании изношенного инструмента с последующей его механической обработкой с целью придания необходимых размеров и формы

**Ключевые слова:** режущий инструмент, протяжка, величина износа, трение, пластическая деформация, вальцовка, магнитно-импульсная обработка

### ВВЕДЕНИЕ

В современном машиностроительном производстве используется значительное количество режущего инструмента. При этом потребность машиностроительного производства в режущем инструменте огромна. Режущий инструмент в процессе работы воздействует на обрабатываемый материал и вызывает образование стружки и формирование новой поверхности. В то же время механическая обработка металлических заготовок приводит к износу режущего инструмента. В ряде случаев, особенно для дорогостоящих инструментов, с целью снижения себестоимости продукции целесообразным является их восстановление. Повышение эффективности использования инструмента за счет разработки новых методов их ремонта является достаточно актуальной задачей.

Одним из таких инструментов является протяжка, функции которой связаны с обеспечением точных размеров поверхностей сложной формы (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид протяжки

В связи с возрастающей конкуренцией на рынке металлопродукции, а также санкциями, введенными в области технологий, производители машиностроительной продукции ищут новые возможности продления эксплуатации инструментов.

Восстановлению размеров точного режущего инструмента, таких как плоские протяжки, посвящены достаточно много разработок.

- Наиболее простым способом восстановления протяжки является ее переточка до инструмента, меньшего стандартного размера [4]. Также используют технологию восстановления протяжки, предусматривающую нагрев износившегося инструмента и его выдержку при  $550^{\circ}\text{C}$  с последующим охлаждением, что дает однократное восстановление диаметра до 70% от износа [5].

Однако существующие технологии осуществляют неполное восстановление первоначальных размеров протяжки. Кроме того, при нагреве инструмента до  $550^{\circ}\text{C}$  происходит р-кристаллизация структуры (температура начала рекристаллизации для стали около  $450^{\circ}\text{C}$ ) с резким снижением прочностных характеристик поверхности.

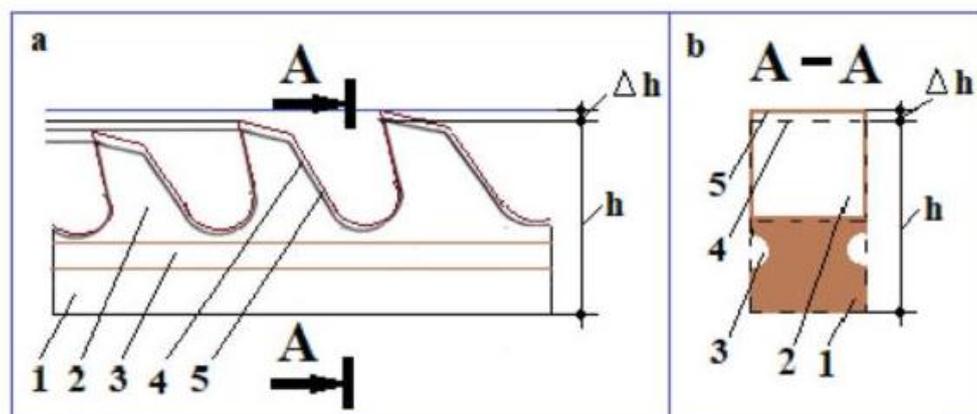
- Для восстановления размеров рабочей части изношенной протяжки используют метод пластической деформации материала в области стружечных канавок. Это обеспечивает увеличение высоты зубьев протяжки с компенсацией их изношенных размеров и последующую размерную обработку каждого сформировавшегося зуба для восстановления его размеров, и геометрии [6].

В то же время использование пластической деформации материала инструмента приводит к снижению его надежности и долговечности. Это связано с деградацией материала инструмента при многократном его деформировании, осуществляемого с целью перераспределения объемов материала инструмента для компенсации размеров изношенных участков его рабочей поверхности. Кроме того, в результате пластической деформации в материале инструмента возникают дефекты, в том числе и в виде микротрещин.

В данной работе предлагается технология комбинированной магнитно-импульсной обработки инструмента, позволяющей осуществлять многократное восстановление размеров режущего инструмента при обеспечении прочностных характеристик его материала [7].

Сущность технологии восстановления размеров рабочей части изношенной протяжки заключается в следующем.

Изношенная по размеру зубьев протяжка 1 (рис. 1 – 2) размещается и закрепляется в оснастке.

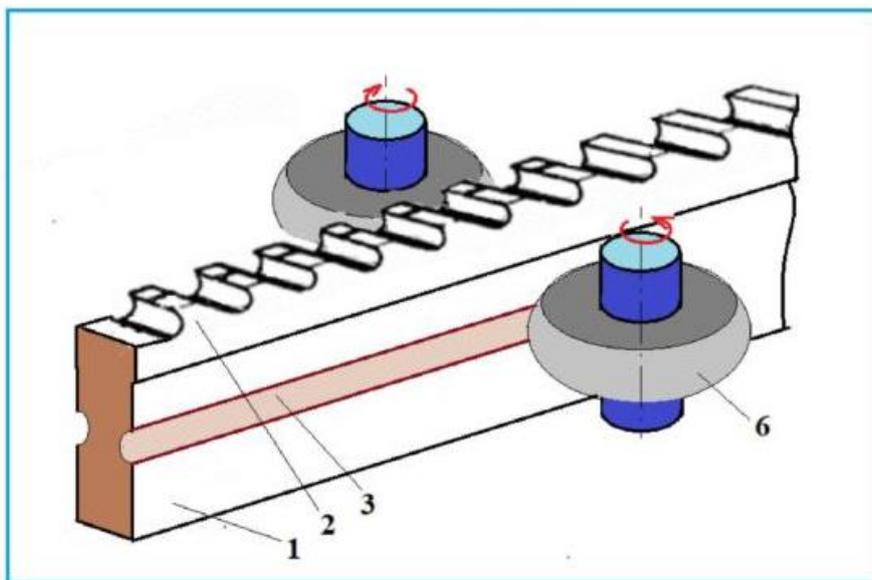


**Рис. 2.** Схема изменения размеров протяжки пластической деформацией ее материала: a – вид сбоку; b – поперечное сечение протяжки (1 – протяжка, 2 – зубья, 3 – зона пластической деформации, 4 – контуры протяжки до деформации, 5 – контуры протяжки после деформации. (h – высота протяжки в области зуба до деформации протяжки, Δh – увеличение высоты протяжки в области зуба после деформации протяжки. A-A – поперечное сечение протяжки))

Одним из известных способов, например, при помощи двух роликов 6 (рис. 3), производят деформацию протяжки 1 ниже оснований зубьев 2, формируя утонение в зоне пластической деформации 3.

Объем материала протяжки перераспределяется и, как следствие, увеличивает высоту протяжки на величину  $\Delta h$ , обеспечивающую компенсацию изношенной части зубьев протяжки.

После увеличения высоты зубьев протяжки производят их размерную обработку, обеспечивающую восстановление исходных до износа протяжки размерных и геометрических параметров зубьев.



**Рис. 3.** Процесс восстановления изношенных размеров протяжки пластической деформацией роликами:

*1 – протяжка; 2 – зубья; 3 – зона пластической деформации; 6 – ролик. Круглыми стрелками показано направление вращения роликов*

Деформацию материала протяжки роликами можно проводить в различных режимах, либо последовательно осуществляя деформацию в одной зоне протяжки, либо смещая зону пластической деформации ниже или выше по высоте протяжки. Также можно использовать различный рельеф рабочей части роликов.

Однако в процессе деформации материала протяжки в зоне пластической деформации возникают дефекты, в том числе и в виде микротрещин, что отрицательно сказывается на работоспособности протяжки. Для ликвидации возникших дефектов производят магнитно-импульсную обработку (МИО) зоны пластической деформации протяжки. Для повышения эксплуатационных свойств материала протяжки можно также провести магнитно-импульсную упрочняющую обработку всей протяжки.

Пластическую деформацию можно также осуществлять непосредственно, деформируя зуб протяжки (рис. 4).

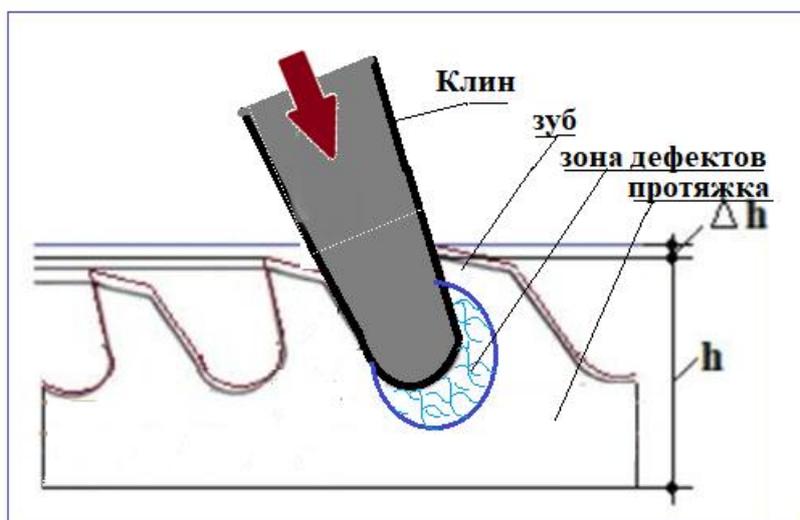


Рис. 4. Схема восстановления высоты зуба деформацией клином

Известно, что магнитно-импульсная обработка режущих инструментов приводит к их упрочнению [8]. Поэтому, подбирая режимы магнитно-импульсной обработки материала в зоне пластической деформации, можно одновременно производить и упрочнение протяжки.

Восстановление размеров и геометрии рабочей части инструмента после перераспределения его материала и компенсации изношенной части может быть осуществлено либо методом шлифования, либо методом размерной электрохимической обработки. После восстановления размеров и геометрии рабочей части инструмента может быть проведено его дополнительное упрочнение с использованием метода ионной имплантации, например, ионами азота.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе восстановлению подвергались плоские односторонние протяжки из сталей ХВГ, Р9. Средний износ зубьев составлял 0,14 мм (в диапазоне от 0,12 до 0,16 мм) при высоте зуба 5,5 мм. Проводилась одновременная двухсторонняя деформация роликами у основания зубьев. Увеличение высоты размещения зуба  $\Delta h$ . Магнитно-импульсная обработка в зоне пластической деформации протяжки проводилась при энергии импульса 2 кДж при количестве импульсов, равном 8. После осуществления пластической деформации протяжки у основания зубьев средняя величина высоты размещения зуба  $\Delta h$  составила: для протяжки из стали ХВГ от 0,19 до 0,23 мм, для протяжки из стали Р9 – от 0,20 до 0,23 мм.

Восстановление размерных и геометрических параметров рабочей части инструмента осуществляли методом шлифования.

Стойкость инструмента после магнитно-импульсной обработки сравнивалась со стойкостью нового инструмента. Стойкость после МИО увеличилась в среднем для протяжки из стали ХВГ в 1,3 раза, для протяжки из стали Р9 – в 1,2 раза.

1. Существенным резервом снижения себестоимости продукции является повышение эффективности использования режущего инструмента за счет его ремонтпригодности и повышения функциональных свойств рабочих поверхностей.

2. Существующие в настоящее время технологии восстановления протяжек, основанные на использовании метода пластической деформации материала инструмента, приводят к снижению его надежности и долговечности.

3. Технология комбинированной магнитно-импульсной обработки инструмента позволяет осуществлять многократное восстановление размеров режущего инструмента при обеспечении прочностных характеристик его материала.

4. Магнитно-импульсная обработка позволяет повысить стойкость режущего инструмента. По сравнению с новым инструментом стойкость после магнитно-импульсной обработки повышается для протяжки из стали ХВГ в 1,3 раза, для протяжки из стали Р9 – в 1,2 раза.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Палей М. М. и др. Технология шлифования и заточки режущих инструментов. М.: Машиностроение, 1988. С. 182.
2. Способ восстановления режущего инструмента/Патент РФ № 2225784. МПК В23Р6/00, опубл. 2004.
3. Афанасьев В. К., Кольба А. В., Чибряков М. В. О влиянии термической обработки на микроструктуру режущего инструмента из доменного чугуна без выделений графита (сообщение 2) //Инструмент Сибири. 2001. № 12. С. 20-21.
4. Method of restoring an indexable cutting insert for reuse/Патент США № 4337562. 1982.
5. Способ восстановления протяжки/ А.С. СССР № 633914, МПК С21D 9/22, 1978.
6. Способ восстановления изношенных цилиндрических протяжек/А.С. СССР № 95369. МПК В23Р 6/00, опубл. 1952.
7. Способ восстановления размеров рабочей части изношенной протяжки/Патент РФ № 2781710. МПК В23Р 6/00. 2022.
8. Глуценков В. А. Магнитно-импульсная обработка металлов// Кузнечно-штамповочное производство. 1984. №7. С. 2-3.
9. Алифанов А. В., Акулов А. В., Попова Ж. А., Демянчик А. С. Магнитно-импульсная упрочняющая обработка изделий из конструкционных инструментальных сталей // Литьё и металлургия. 2012. №3 (66) Спецвыпуск.

#### ОБ АВТОРАХ

Зайнуллина Гульсина Магзумовна, магистр 2 года, Уфимский университет науки и технологий» (УУНиТ)

#### METADATA

**Title.** Wear and restoration of cutting tool dimensions.

**Authors:** Г. М. Зайнуллина <sup>1</sup>

**Affiliation:**

<sup>1</sup> Ufa University of Science and Technology (UUST), Russia,

**Email:** <sup>1</sup>sgm.35@mail.ru

**Language:** Russian.

**Source:** Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa University of Science and Technology), no. 3 (29), pp. 104–108, 2023. ISSN 2225-9309 (Print).

**Abstract:** With typical thicknesses of the cut layer for broaching in the range  $az = 0.02...0.15$  mm, the cutting teeth of the broaches wear out only on the rear surfaces. Along the main cutting blades, the rear surfaces wear evenly and wear  $h_3$  is significantly less than wear  $h_3$  at the junction of the main and auxiliary cutting edges. The durability of broaches is assessed by the maximum permissible linear wear  $h_{3max} = 0.4$  mm, regardless of which cutting tooth and where on the blade the wear has reached this limit value. The limit on the maximum permissible wear of teeth on broaches is determined by the permissible deviations in the transverse dimensions of the teeth of the broaches, which are very small, as well as by the need to ensure, within a given dimensional accuracy, two or three repeated resharpenings to restore the cutting properties of the broach.

**Key words:** Broach wear; broaching resistance; surface quality; dimensional accuracy;

About authors:

**Zainullina Gulsina Magzumovna**, master 2 year, Ufa University of Science and Technology (UUST).