

УДК 621.9

И.Л. Лаптев<sup>1</sup>, Е.А. Лаптева<sup>2</sup>**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИНСТРУМЕНТА - ЗУБИЛА**Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева<sup>1</sup>,  
ГБОУ СПО Борский Губернский колледж<sup>2</sup>

Предложен вариант повышения результативности работы зубил за счет модернизации геометрии лезвия. Насечки специальной формы обеспечивают дополнительное движение инструмента вдоль кромки при ударе без изменения кинематических возможностей привода.

*Ключевые слова:* зубило, геометрия лезвия, сила резания металлообработка, технология, система приготовления.

В разных отраслях промышленности, таких как строительство, машино-, авиа- и судостроение для рубки металла, удаления дефектов и технологических отходов литья и проката, разделки мест под сварку, зачистки сварных и литейных швов применяются инструменты ударного действия. Основным рабочим (режущим) инструментом, наравне с другими видами обработки (например, абразивной), при рубке является зубило.

Зубило – ударно-режущий инструмент для обработки металла. При сообщении зубилу ударного усилия со стороны бойковой части (затыльника) с помощью молотка, бойка отбойного молотка, рубильного молотка или перфоратора режущая кромка зубила воздействует на обрабатываемый материал, разрезая его или раскалывая [1].

Слесарные работы с использованием инструмента – зубила – широко применяются в настоящее время. История ударного инструмента длинна и разнообразна, но тем не менее, и по сей день возникает необходимость повышения эффективности ручных, не заменимых на текущий момент работ.

На сегодняшний день накоплен большой опытный материал по конструкциям пневматических рубильных молотков и зубил. Однако в основном вопросы повышения эффективности работы зубил связаны с расширением технологических возможностей приводного инструмента и не затрагивают направление, связанное с модернизацией лезвия зубил.

Актуальная задача любого предприятия – повышение эффективности работы по обработке заготовок металлов и сплавов и других технологических операций с использованием зубил с наименьшими финансовыми вложениями со стороны собственника.

Зубила изготавливаются из инструментальной углеродистой, легированной и быстрорежущей стали, лезвие зубила имеет твердость не менее HRC 58-61.

Стандартные конструкции лезвия зубил [2,3] имеют сплошную кромку и отличаются только углом заточки. Лезвием с тупым углом заточки рубят твердые металлы (сталь средней твердости — с углом заточки не меньше 60°; чугун, бронзу, твердые стали — не меньше 70°). Меньшего угла заточки лезвия требует рубка мягких металлов (медь, латунь — 45°, цинк и алюминий — 35°).

Результаты патентного поиска на различные конструкции зубила приводят к выводу, что основные направления модернизации связаны с попыткой улучшить характеристики приводных устройств (пневматических молотков, перфораторов и др.), что диктует необходимость финансовых вложений в разработку или приобретение новых средств технологического оснащения предприятия. Однако отсутствуют варианты возможности повышения эффективности работы зубил за счет модернизации рабочей части, что не

требует больших финансовых вложений.

В качестве теоретических основ модернизации конструкции предлагается изменить геометрию лезвия инструмента – зубила – за счет использования известной разницы влияния толщины и ширины среза на силу резания, а также факту повышения эффективности механической обработки за счет дополнительных движений [4,5].

На основе базовой конструкции зубила было предложено несколько вариантов модернизации.

На рис. 1 изображено зубило стандартной конструкции. Угол заточки для обработки стали 10 равен  $60^\circ$ . Представленная конструкция является наиболее часто применимой.

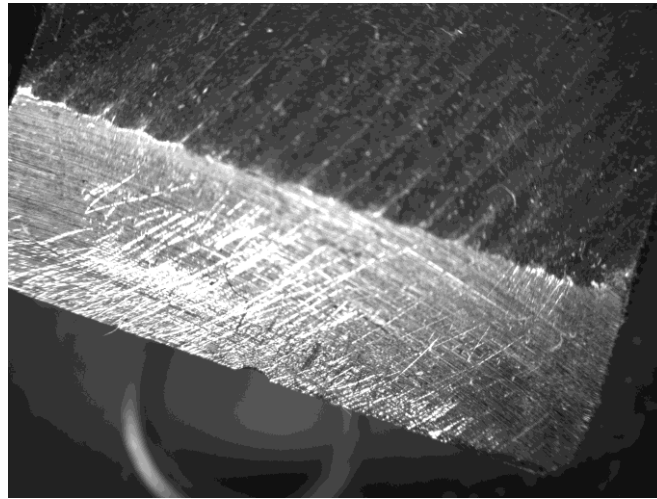


Рис. 1. Режущая часть зубила стандартной конструкции

Теоретические предположения о возможности интенсификации обработки базируются на следующих направлениях:

1. Известная из теории обработки материалов формула, связывающая силу резания  $P$  с параметрами режима резания [5]:

$$P = C_P a^{0.75} b^{1.0},$$

где  $C_P$  – постоянная, учитывающая условия обработки,

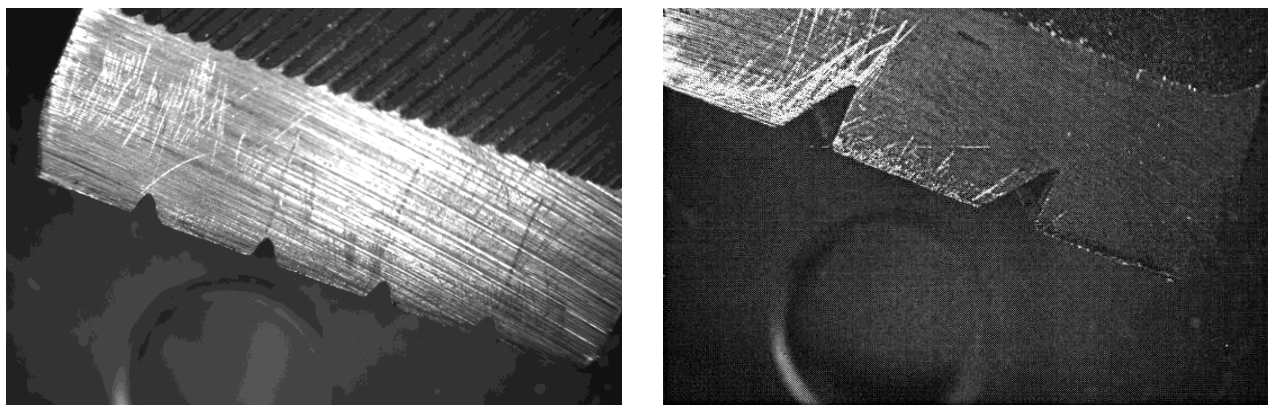
$a$  – толщина среза,

$b$  – ширина срезаемого (сминаемого или деформируемого) слоя.

2. Любые дополнительные движения в процессе резания инструментом повышают эффективность его работы [6-8]. При этом дополнительное движение вдоль режущей кромки зубила должен создавать сам инструмент, а не устройство, приводящее его в движение (например, пневмомолоток с возможностью реализации радиальных перемещений инструмента).

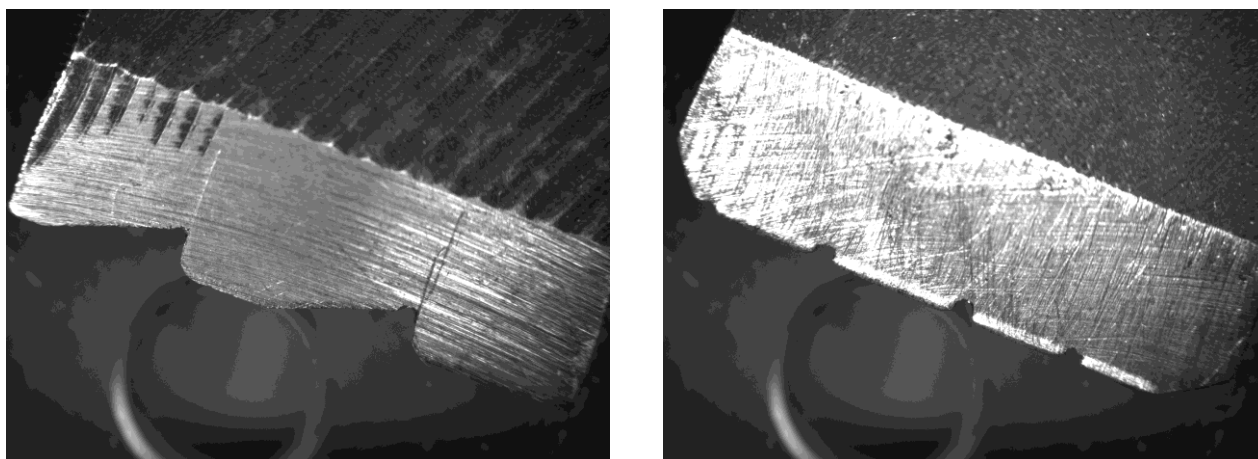
Варианты модернизации режущей части зубила связаны с возможностью увеличения глубины проникновения лезвия ( $a$ ) с уменьшением ширины реза ( $b$ ). Из-за разной степени влияния этих элементов режима обработки на силу  $P$  можно сделать вывод: с уменьшением ширины реза  $b$ , например в два раза, при неизменной силе удара  $P$  глубина проникновения в металл  $a$  может увеличиться в  $2^{1.0/0.75} = 2,52$  раза. Варианты модернизации лезвия зубил представлены на рис. 2.

В качестве первого варианта модернизации базовой конструкции зубила (зубило №2) предложено сделать несколько прямых насечек на режущей кромке. Такая модернизация позволит увеличить глубину реза, но при этом на обрабатываемой поверхности останутся следы от насечек, которые уберутся при последующих ударах. Теоретически уменьшение ширины деформируемого слоя позволяет увеличить глубину деформации при одном и том же усилии. Геометрия насечек имеет форму равнобедренного треугольника в сечении, проходящем через ось и режущую кромку инструмента. Глубина насечки составляет 2-3 мм.



**Рис. 2. Варианты модернизации режущей части зубила №№ 2, 3**

В варианте модернизации базовой конструкции зубила №3 (рис. 2) предложено уменьшить длину режущей кромки за счет нескольких косых насечек. Данная модернизация позволит определить наличие составляющей силы резания, направленной вдоль режущей кромки. Одновременно с уменьшением ширины деформированного слоя обеспечивается дополнительное рабочее движение вдоль кромки. Глубина насечки составляет 4-5 мм. Угол наклона насечки лежит в интервале  $45-60^\circ$ .



**Рис. 3. Варианты модернизации режущей части зубила №№ 4, 5**

Следующим вариантом модернизации (рис.4) зубила является создание наклонных треугольных насечек. Угол наклона насечки относительно режущей кромки  $30^\circ$ . Кроме того, конструкция насечки предполагает наличие фаски с углом наклона  $45-60^\circ$ . Длина фаски около 1 мм. Такая форма насечки разработана для обеспечения движения инструмента вдоль режущей кромки. Это достигается за счет разницы углов наклона насечки и фаски и, как следствие, различных величин составляющих сил резания (зубило №4).

В четвертом варианте модернизации конструкции базовой модели (зубило №5) для реализации движения инструмента вдоль режущей кромки была предложена следующая геометрия: несколько симметричных насечек для разделения режущей кромки форма насечек в сечении представляет собой равнобедренный треугольник (рис. 7). Такая форма позволяет уравнивать возникающие составляющие силы резания. Кроме того, на режущей кромке имеются две фаски: одна из них пологая, угол наклона  $30^\circ-45^\circ$ , с противоположной стороны фаска более крутая, угол наклона  $50-60^\circ$ . Со стороны фаски с большим углом имеется притупленная часть кромки длиной 2-3 мм и глубиной менее 1 мм.

Подобная форма режущей части теоретически должна обеспечить возвратно-поступательное движение вдоль кромки, что должно еще более повысить эффективность

обработки.

Проведена серия экспериментов, позволяющих оценить величину и направление действующих в процессе удара зубилом сил, а также оценить размеры полученного реза. Пример оценки результатов экспериментов приведен на рис. 4.

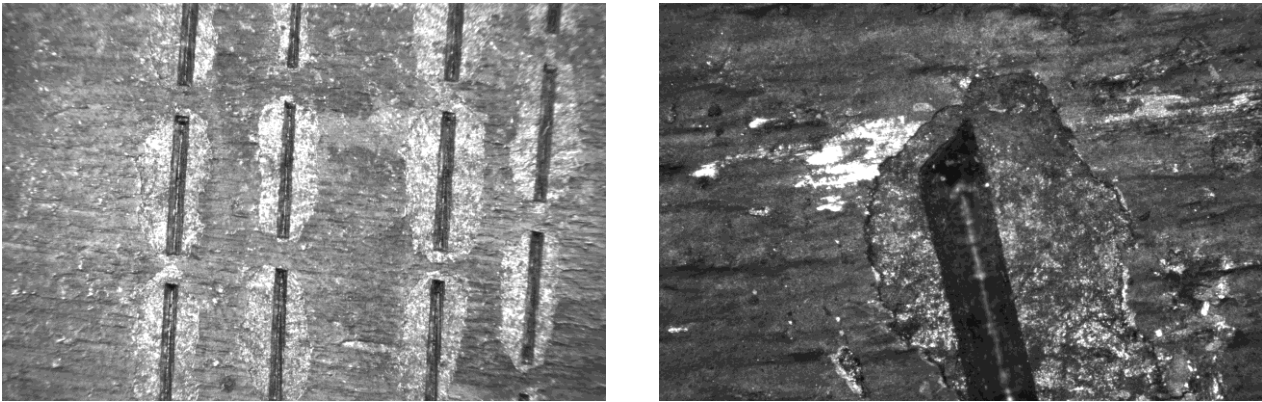


Рис. 4. След реза от удара зубила № 3 (коэффициенты увеличения 5 и 40)

При проведении эксперимента возвратно-поступательное движение вдоль линии режущей кромки наблюдалось при работе с зубилом №5, в остальных случаях перемещение кромки было односторонним.

По экспериментальным данным можно отметить, что в модернизированной конструкции зубила №5 попытка реализации дополнительного возвратно-поступательного движения осуществилась. Результаты обработки экспериментальных данных представлены на рис. 5.

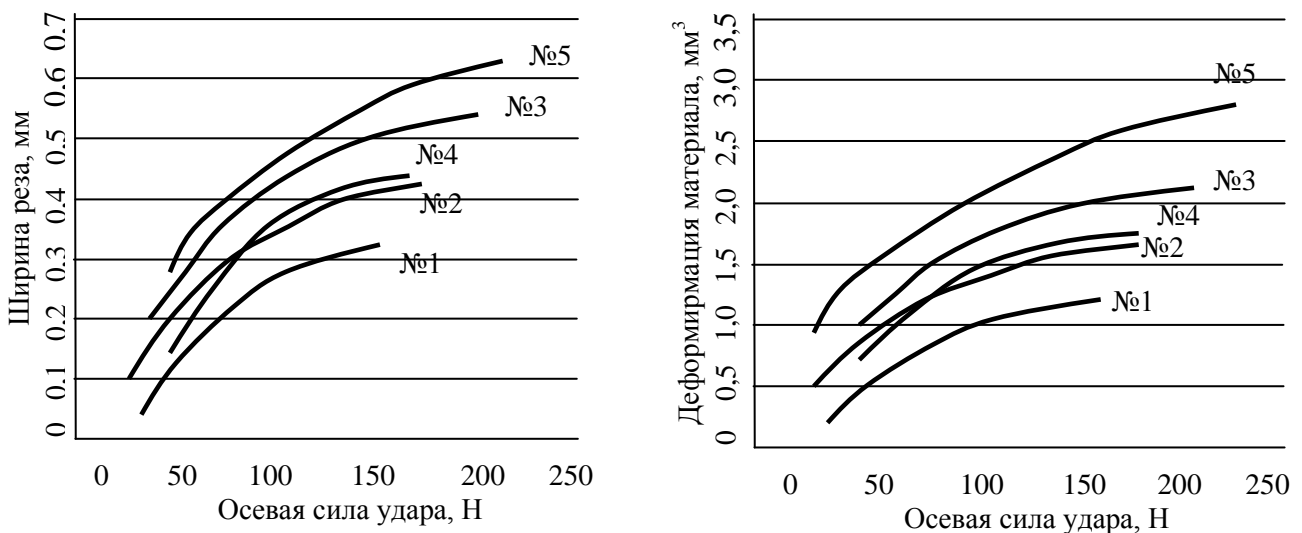


Рис. 5. Зависимость ширины реза и объема деформированного металла от осевой силы удара

Из проведенного лабораторного эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. Активная длина кромки зубила влияет на результат работы (объем деформированного материала при одинаковой силе удара). Зависимость является немонотонной.
2. Оптимальная ширина активной кромки зубила для заданных предприятием условий составляет ориентировочно 19 мм. В базовой конструкции ширина активной кромки 26 мм.
3. Дополнительное движение зубила вдоль режущей кромки повышает эффективность работы инструмента. Конструкции зубил №№3 и 5 обеспечивают больший объем де-

формированного материала при постоянной силе удара.

4. Возвратно-поступательное движение вдоль кромки повышает эффективность работы инструмента. Конструкция зубила №5 обеспечивает больший объем деформированного материала.

5. Затраты на заточку зубил по предлагаемой конструкции режущей части не требуют дополнительных вложений предприятия на оборудование и шлифовальные круги.

6. По результатам патентного поиска конструкции предлагаемых вариантов заточки режущей части зубила являются патентнопригодными.

Общий вывод: при незначительном увеличении экономических затрат на заточку зубил по предлагаемым вариантам эффективность операции обрубки может быть увеличена до двух раз без модернизации технологического оборудования.

#### Библиографический список

1. **Шмаков, В. Г.** Кузница в современном хозяйстве / В. Г. Шмаков. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
2. ГОСТ 7211-86 «Зубила слесарные. Технические условия». – М.: Госстандарт, 1986.
3. ГОСТ 11418-75 «Инструмент кузнечный для ручных и молотовых работ. Зубила. Конструкция и размеры». – М.: Госстандарт, 1975.
4. Резание материалов / Е.Н. Трёмбач [и др.]. – Старый Оскол: ООО «ГНТ», 2007. – 512 с.
5. **Верещака, А.С.** Резание металлов / А.С. Верещака. – М.: Высш. шк., 2009. – 535 с.

*Дата поступления  
в редакцию 11.12.2014*

**I.L. Laptev, E.A. Lapteva**

### INCREASING EFFECTIVENESS OF CHISEL FUNCTIONING

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R.E. Alexeev<sup>1</sup>,  
Vor provincial college<sup>2</sup>

**Purpose:** Increase effectiveness of chisel functioning through cutting edge geometry modernization.

**Findings:** Special notches provide auxiliary tool movement alongside cutting edge at punch. No drive modification needed to perform such movements.

*Key words:* chisel, cutting edge geometry, cutting force, metalcutting, technology, preparation system.