

УПРОЧНЕНИЕ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ИМПУЛЬСНОЙ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Орлов А.С., Поletaев В.А.

Ключевые слова: импульсная магнитная обработка, стойкость, режущий инструмент, силовая часть, блок управления, соленоид.

Аннотация. Приводится схема импульсной магнитной установки для упрочнения деталей и режущих инструментов. Рассматривается принцип работы ее основных узлов и даются основные технические характеристики. Даны результаты обработки сверл импульсной магнитной обработкой.

HARDENING CUTTING TOOLS OF PULSED MAGNETIC TREATMENT

Orlov A.S., Poletaev V.A.

Keywords: pulsed magnetic processing, resistance, cutting tool, power part, control unit, solenoid.

Abstract. The scheme of a pulsed magnetic installation for hardening of parts and cutting tools is presented. The principle of operation of its main components is considered and the main technical characteristics are given. The results of the processing of drills pulsed magnetic treatment.

Применяемые на практике методы магнитной обработки материалов различны как по своим физическим и технологическим принципам, так и по конструктивным исполнениям установок.

Магнитную и магнитно-импульсную обработку применяют для упрочнения различных деталей, конструкций и сборочных единиц, например, заклепочных, сварных, резьбовых соединений; зубчатых и червячных колес; опорных устройств и муфт; рессор и пружин; стальных канатов и тросов грузоподъемных машин; режущего инструмента, пильчатой гарнитуры чесальных машин, медицинских инструментов и т.д. [1-5].

Для упрочнения режущих инструментов была разработана и изготовлена импульсная магнитная установка, функциональная схема которой представлена на рис.1.

Установка состоит из 5 основных узлов:

1. Силовая часть. Выполняет функцию формирования магнитного импульса. Включает в себя, как силовые элементы на тиристорах, так и магнитный индуктор с термодатчиком. Блок запитывается от сети переменного тока напряжением ~ 380В. Формирование импульса происходит за счет использования силового тиристора и силового выпрямителя на трех фазах А, В, С. Блок имеет защиты от высокочастотных помех (ВЧ помех).

2. Задний блок управления. Выполняет функцию преобразования переменного напряжения в постоянное за счет диодных мостов внутри этого блока. Напряжение на блок управления подается через силовой автомат, рассчитанный на силу тока 160А. Поданное переменное напряжение ~220В на элементы преобразуется в напряжение ~22В за счет трансформатора блока, затем напряжение выпрямляется за счет трех последовательно включенных выпрямителей. Последовательное подключение выпрямителей позволяет при

неисправности одной или двух фаз продолжать работу блока и установки в целом. На выходе получаемое напряжение ± 80 В понижается до уровня необходимого для правильной работы микросхемы PIC12F629. Данная микросхема имеет непосредственный вход/выход на программатор за счет разъема ICSP. Микросхема отвечает за согласования сигналов с переднего и дверного блока, отвечающих за работу силовых тиристоров. Для работы переднего блока постоянное напряжение 13В преобразуется в переменное напряжение ~ 25 В за счет электронного инвертора. Для соединения с передним блоком используется разъем DB-9.

3. Передний блок управления. Согласовывает управляющий сигнал заднего блока управления и дверного блока управления. Подает сигнал управления на драйвер тиристоров для поджига тиристоров. Для соединения с задним блоком используется разъем DB-9. Блок содержит электронный ключ, который отвечает за прохождение сигнала для поджига тиристоров. Если ключ замкнут, на тиристоры поступает сигнал, если разомкнут, сигнал отсутствует. Для управления ключом инвертора используется постоянное напряжение, полученное за счет выпрямителей установленных рядом с разъемом DB-9, которое поступает на первый управляющий элемент. Сигнал с дверного блока поступает на второй управляющий элемент. Эти два сигнала управляют ключом инвертора. Постоянное напряжение с инвертора преобразуется за счет диодного моста-инвертора, проходит через трансформатор и поступает на управление драйвером силовых тиристоров.

4. Датчик фазы. Предназначен для индикации нагрузки на фазах А, В, С за счет световых диодов. Блок позволяет определить причину неисправности того или иного блока. Дверной блок управления использует микросхему PIC12F629, которая позволяет менять следующие параметры: а) длительность импульсов (t, с); б) количество импульсов в пакете (N).

5. Драйвер зажигания. Согласует работу заднего и переднего блоков для управления тиристорами. Содержит блок ВЧ защиты и блок поджига.

Основные технические характеристики установки

1. Габаритные размеры главного блока:

а) ширина 400 мм; б) высота 300 мм; в) глубина 350 мм.

2. Габаритные размеры индукторной катушки:

а) ширина 150 мм; б) высота 300 мм; в) глубина 150 мм.

3. Общая масса установки в сборе не более 21 кг.

4. Производительность установки при средних режимах обработки 5–6 инструментов в час.

5. Напряженность магнитного поля на оси соленоида не менее 1000 кА.

6. Диаметр рабочего канала соленоида не менее 30 мм.

7. Длина рабочего канала соленоида не менее 140 мм.

8. Источник питания трехфазная сеть напряжением 380 В.

9. Потребляемая мощность в дежурном режиме не более 0,05 кВт.

10. Средняя потребляемая мощность в режиме обработки не более 1,0кВт.

11. Импульсная потребляемая мощность не более 80 кВт.

12. Амплитуда потребляемого тока не более 150 А.
13. Действующее значение импульсного потребляемого тока не более 125А.
14. Номинальная длительность импульса тока 1 с.
15. Номинальное напряжение на зажимах соленоида 500 В.
16. Номинальный ток соленоида 50А.
17. Номинальная импульсная мощность, рассеиваемая в соленоиде 75кВт.
18. Продолжительность включения (ПВ) не более 1 %.

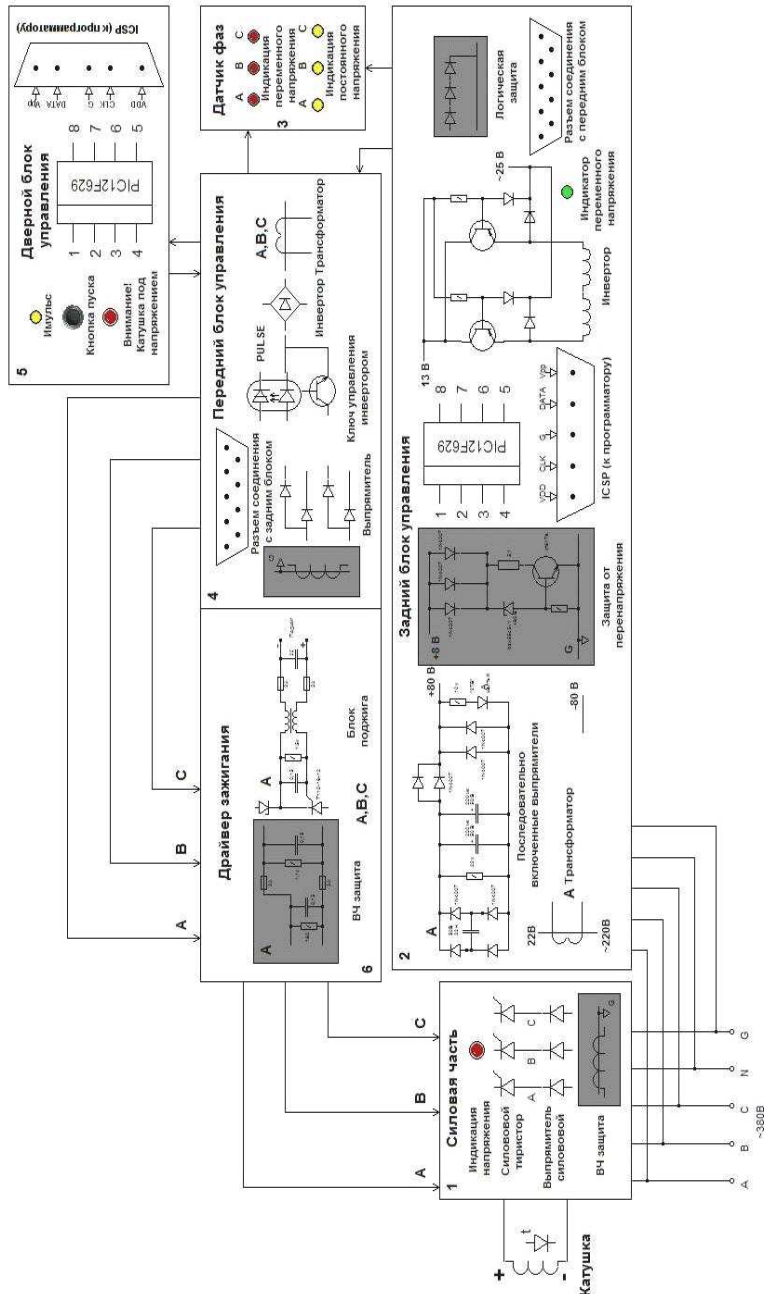


Рис. 1. Функциональная схема импульсной магнитной установки

Проведены исследования влияния импульсной магнитной обработки с использованием ферромагнитного порошка и без него на стойкость сверл из быстрорежущей стали Р6М5 при обработке сталей 20, 40Х и 12Х18Н10Т с напряженностью магнитного поля 500 кА/М и тремя импульсами. Исследования проводились на радиально-сверлильном станке 2А135 с автоматической подачей инструмента и его охлаждением СОТС «Эмульсол» 5 %. При проведении экспериментов осуществлялось измерение изнашивания фасок задней плоскости кромок сверла через каждые 100 мм глубины сверления и после окончательного износа сверла, а также фотографирование режущих кромок сверла через 100–300 мм глубины сверления.

На рис. 2-4 показаны фотографии износа фасок задних плоскостей сверл при обработке МИО образцов типа пластин толщиной 15мм из сталей 20,40Х,12Х18Н10Т. Анализ фотографий износа фасок кромок задних плоскостей сверл при обработке МИО с ферромагнитным порошком и без него образцов (пластин) толщиной 15мм из сталей 20, 40Х и 12Х18Н10Т (рис. 2-4) показал следующее.

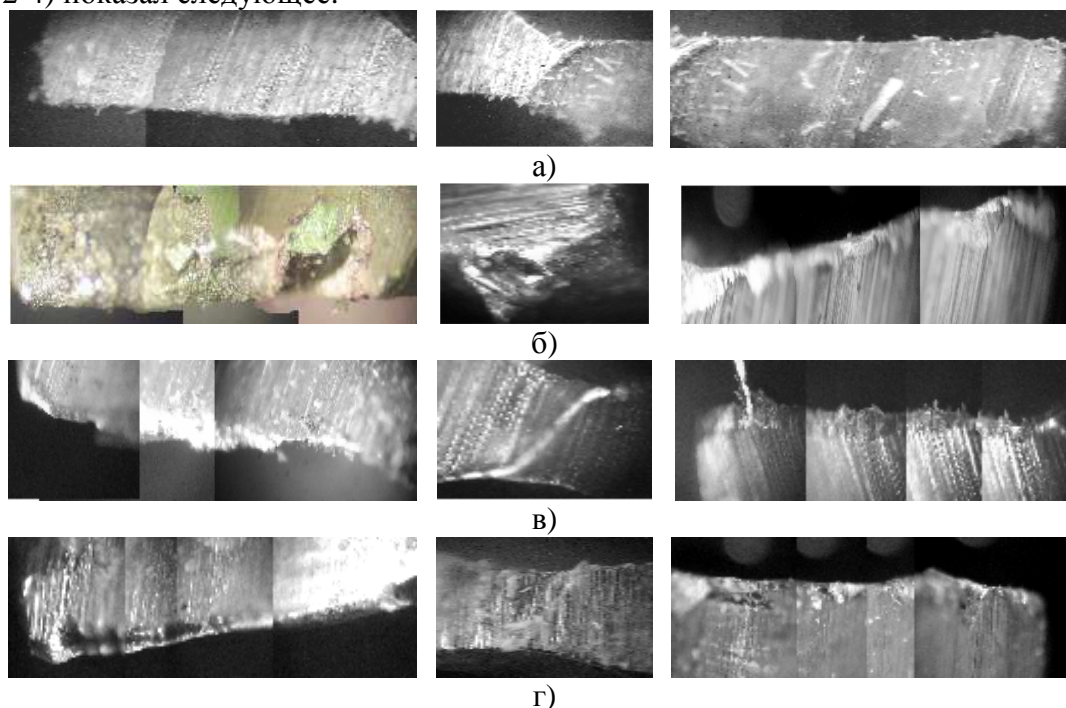


Рис. 2. Фотографии износа фасок задней плоскости кромки сверла при обработке стали 20: а) – без износа; б) – после 800 мм глубины сверления (без упрочнения МИО); в) – после 1100мм глубины сверления (при упрочнении МИО напряженностью $H = 500$ кА/м и тремя импульсами); г) – после 1200 мм глубины сверления (при обработке МИО напряженностью $H = 500$ кА/м и тремя импульсами с ферромагнитным порошком) (увеличение $\times 20$)

При обработке стали 20 без МИО изнашивание фаски задней плоскости сверла происходит по всей длине режущей кромки (фаски) и по уголкам

режущих кромок (скругление), по перемычке (вспомогательной режущей кромке) Кроме того происходит налипание обрабатываемого материала детали на режущие кромки сверла.

После обработки МИО без ферромагнитного порошка на фасках износа задней поверхности сверл налипания обрабатываемого материала почти не образуется, а перемычка сверла и уголки режущих кромок (скругление) изнашиваются мало

После обработки МИО с ферромагнитным порошком на фасках износа задней поверхности сверл налипания обрабатываемого материала не образуется, а перемычка сверла и уголки режущих кромок (скругление) изнашивается также мало.

При обработке стали 40Х без МИО изнашивание фаски задней плоскости сверла происходит по всей длине режущей кромки (фаски) и по уголкам режущих кромок (скругление), по перемычке (вспомогательной режущей кромке). Кроме того происходит налипание обрабатываемого материала детали на режущие кромки сверла.

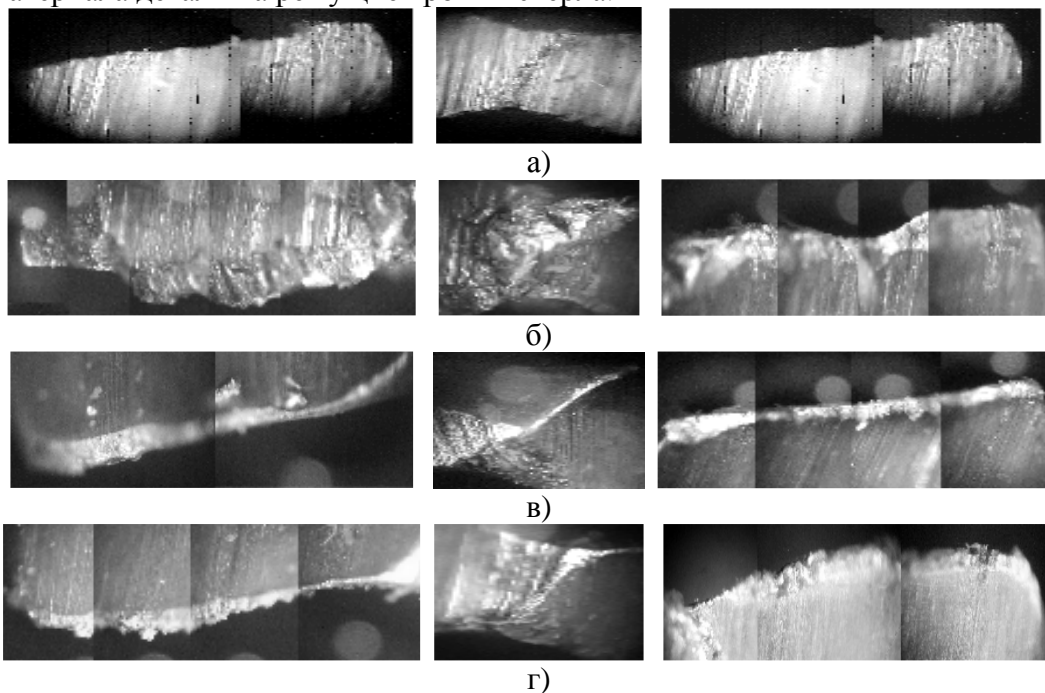


Рис. 3. Фотографии износа фасок задней плоскости кромки сверла при обработке стали 40Х: а) – без износа; б)-после 600 мм глубины сверления (без упрочнения МИО); в) – после 700 мм глубины сверления (при упрочнении МИО напряженностью $H = 500$ кА/М и тремя импульсами при обработке); г) – после 800 мм глубины сверления (при упрочнении МИО напряженностью $H = 500$ кА/М и тремя импульсами с ферромагнитным порошком) (увеличение $\times 20$)

После обработки МИО без ферромагнитного порошка на фасках износа задней поверхности сверл налипания обрабатываемого материала почти не

образуется, а перемычка и уголки режущих кромок сверла изнашиваются мало. После обработки МИО с ферромагнитным порошком на фасках износа задней поверхности сверл налипание обрабатываемого материала не образуется, а перемычка и уголки режущих кромок сверла изнашиваются также незначительно. При обработке стали 12Х18Н10Т без МИО изнашивание фаски задней плоскости сверла происходит по всей длине режущей кромки (фаски) и по уголкам режущих кромок (скругление), по перемычке (вспомогательной режущей кромке).

Кроме того происходит налипание обрабатываемого материала детали на режущие кромки сверла. После обработки МИО на фасках износа задней поверхности сверл налипание обрабатываемого материала почти не образуется, а перемычка и уголки режущих кромок сверла изнашиваются мало.

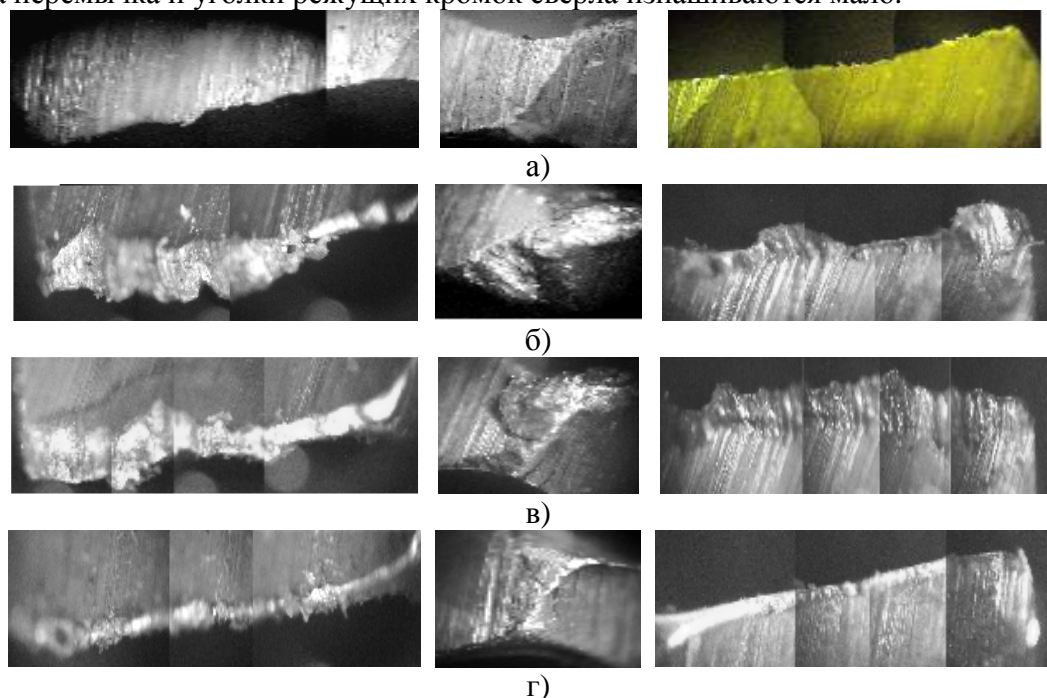


Рис.4. Фотографии износа фасок задней плоскости кромки сверла при обработке стали 12Х18Н10Т: а) – без износа; б) – после 600 мм глубины сверления (без упрочнения МИО); в) – после 700 мм глубины сверления (при упрочнении МИО напряженностью $H = 500$ кА/м и тремя импульсами); г) – после 800мм глубины сверления (при упрочнении МИО напряженностью $H = 500$ кА/м и тремя импульсами с ферромагнитным порошком) (увеличение $\times 20$)

После обработки МИО с ферромагнитным порошком на фасках износа задней поверхности сверл налипание обрабатываемого материала все равно образуется, а вершина сверла изнашивается также мало.

На рис. 5-7 представлены гистограммы относительной стойкости сверл, обработанных и не обработанных в импульсном магнитном поле с ферромагнитным порошком и без него.

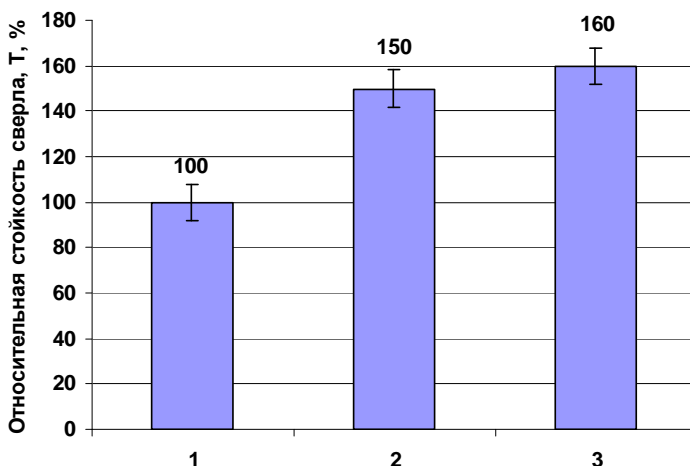


Рис. 5. Относительная стойкость при обработке стали 20: 1 – без МИО; 2 – с МИО; 3 – МИО с ферромагнитным порошком

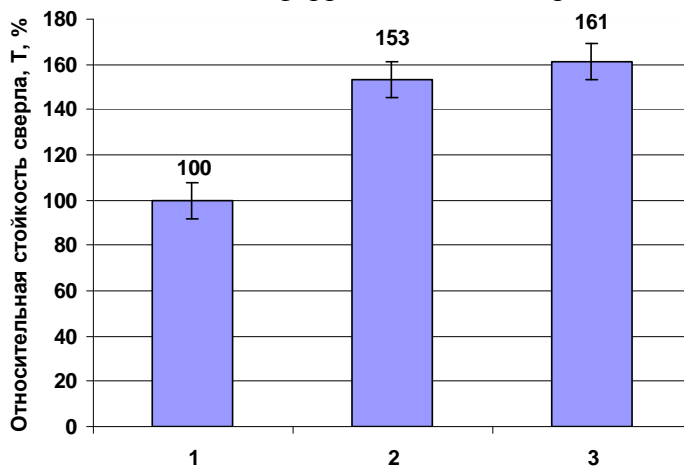


Рис. 6. Относительная стойкость сверл при обработке стали 40X: 1 – без МИО; 2 – с МИО; 3 – МИО с ферромагнитным порошком

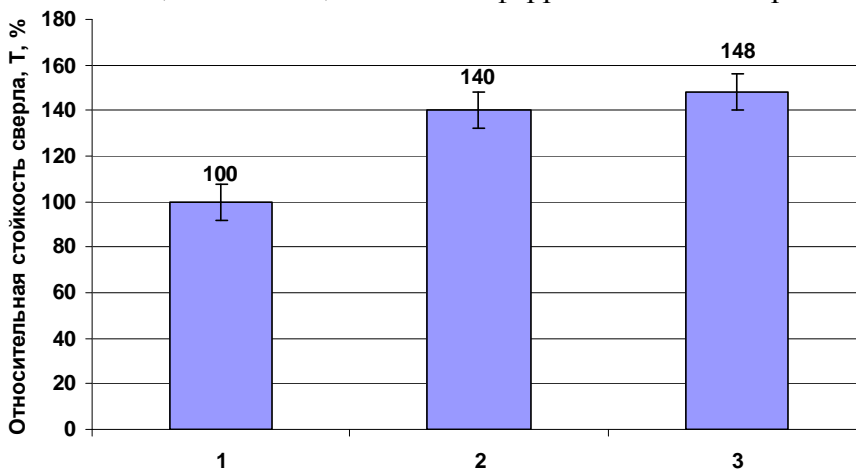


Рис. 7. Относительная стойкость сверл при обработке стали 12X18N10T: 1 – без МИО; 2 – с МИО; 3 – МИО с ферромагнитным порошком

Анализ проведенных исследований показывает (рис. 5-7), что обработка импульсным магнитным полем повышает относительную стойкость сверл в 1,4–1,5 раз. При этом имеется различие в стойкости при сверлении разных сталей. Наибольшая стойкость наблюдается при резании углеродистой качественной конструкционной стали 20, а наименьшая – при сверлении стали 12Х18Н10Т. Применение ферромагнитного порошка при упрочнении сверл приводит к увеличению их относительной стойкости на 5–7 %.

Список литературы

1. Малыгин Б.В. Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин. – М.: Машиностроение, 1989. – 112 с.
2. Полетаев В.А. Магнитно-импульсная обработка пильчатой гарнитуры чесальных машин / В.А. Полетаев, Н.В. Третьякова // Текстильная промышленность. 1995. № 3. С. 20-21.
3. Полетаев В.А. Применение ферромагнитной жидкости при упрочнении деталей машин импульсной магнитной обработкой / В.А. Полетаев, И.З. Басыров, А.С. Орлов // Вестник машиностроения. 2002. № 3. С. 40-43.
4. Полетаев В.А. Исследование на износостойкость зубчатых колес, упрочненных импульсной магнитной обработкой / В.А. Полетаев, А.Н. Шабалин // Вестник ИГЭУ. 2006. Вып. 3. С. 26-27.
5. Полетаев В.А. Повышение долговечности медицинских метчиков методом импульсной магнитной обработки / В.А. Полетаев, А.А. Зайцев. // Вестник ИГЭУ. 2006. Вып. 3. С. 29-30.
6. Орлов А.С. Повышение износостойкости сверл методом импульсной магнитной обработки // Вестник ИГЭУ. 2007. Вып. 3. С. 54–55.
7. Полетаев В.А. Упрочнение сверл импульсной магнитной обработкой./ В.А. Полетаев, А.С. Орлов // Металлообработка. 2015. №2. С. 38-40.

References

1. Malygin B.V. Magnetic hardening of tools and machine parts. – М.: Mashnostroenie, 1989. – 112 p.
2. Poletaev V.A. Magnetic pulse treatment of the serrate head of hackling machines / V.A. Poletaev, N.V. Tretyakov // Textile industry. 1995. №3. P. 20-21.
3. Poletaev V.A. The use of ferromagnetic fluid in the hardening of machine parts pulsed magnetic processing / V.A. Poletaev, I.Z. Basyrov, A.S. Orlov // Bulletin of mechanical engineering. 2002. №3. P. 40-43.
4. Poletaev V.A. A study on the wear resistance of gears, hardened by pulsed magnetic processing / V.A. Poletaev, A.N. Shabalin // Herald of the IPEU. 2006. Vol. 3. P. 26-27.
5. Poletaev V.A. Increasing the durability of medical taps using the method of pulsed magnetic processing / V.A. Poletaev, A.A. Hares // Bulletin of ISEU. 2006. Vol. 3. P. 29-30.

6. Orlov A.S. Improving the wear resistance of drills by the method of pulsed magnetic processing // Vestnik ISPU. 2007. Vol. 3. P. 54-55.
7. Poletaev V.A. Hardening of drills by pulse magnetic treatment / V.A. Poletaev, A.S. Orlov // Metalworking. 2015. №2. P. 38-40.

<p>Орлов Александр Станиславович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения, aso15@list.ru</p>	<p>Orlov Alexander Stanislavovich – candidate of technical sciences, associate professor at the Department of mechanical engineering technology, aso15@list.ru</p>
<p>Поletaев Владимир Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения, poletaev@tam.ispu.ru</p>	<p>Poletaev Vladimir Alekseevich – doctor of technical sciences, professor at the Department of mechanical engineering technology, poletaev@tam.ispu.ru</p>
<p>Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина, г. Иваново, Россия</p>	<p>Ivanovo State Power University named after V.I. Lenin, Ivanovo, Russia</p>

Received 16.04.2019