

- простота в обслуживании устройства и возможность использования кадров низкой квалификации;
- обеспечение высокого качества пружины после растяжения.

Устройство позволяет использовать методы и технологии высокотемпературной термомеханической обработки при растяжении пружин и при термообработке для увеличения ресурса пружин.

**Вывод.** Использование усовершенствованного устройства с расширенными технологическими возможностями позволит повысить ресурс и снизить стоимость восстановленных пружин.

#### Литература:

1. Афиногенов, И.И. Восстановление упругости пружин / И.И. Афиногенов // Техника в сельском хозяйстве. — 1972 — № 9.—С. 78—79.
2. Информационный листок № 47—75, 1975. Стенд для восстановления пружин электроконтактным способом.
3. Лузгин, Н. П. Изготовление пружин / Н. П. Лузгин. — М. : Высшая школа. — 1980. — 144 с.
4. Остроумов, В. П. Производство винтовых цилиндрических пружин / В. П. Остроумов. — М. : Машиностроение, 1970. — 135 с.
5. А. с. 740842 СССР, Кл. С 21 В 9/02. Установка для восстановления упругости пружин / Кагнер Ю.А., Долматов В.Н., Хохряков В.Н., Величко В.Г., Четверкин В.И. — 2549204/22-12; заявлено 28.11.77; опубл. 15.06.80. Бюл. № 22 за 1980 г. — 4 с.
6. Пат. SU № 1038030 А, МПК В 21 F 35/00. Устройство для восстановления упругости пружин / Вадивасов Д.Г., Элькин С.Ю., Шашкин А.Л., Хохлов Б.С. — 3427428/25-12; заявлено 19.04.82; опубл. 30.08.83. Бюл. № 32 за 1982 г. — 8 с.
7. Заявка № 2010140929/02(058697). Устройство для растяжения пружин / Тебенко Ю.М., Землянушнова Н.Ю., Проциков Б.П., Землянушнов Н.А. — заявлено 06.10.2010.

УДК 631.3

#### **Классификация методов электромеханической обработки**

**Н.С. Ильина, студентка 4 курса инженерного факультета,**

**А.А. Егоров, студент 4 курса инженерного факультета,**

**Научный руководитель: С.А. Яковлев, к.т.н., доцент**

#### **ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»**

В современном машиностроении и ремонтном производстве для повышения качества деталей машин широко применяют электромеханическую обработку (ЭМО). Многочисленные исследования в области ЭМО, проведенные в России и за рубежом, показали высокую конкурентоспособность

этой технологии при изготовлении и восстановлении деталей машин, особенно в ремонтном производстве.

Сущность электромеханической обработки заключается в том, что в процессе обработки через место контакта инструмента с изделием движущегося со скоростью  $v$  проходит ток большой плотности (до  $10^9$  А/м<sup>2</sup>) и низкого (до 6 В) напряжения, вследствие чего выступающие гребешки поверхности подвергаются сильному нагреву (до 1100° С), под давлением  $P$  деформируются и сглаживаются, а поверхностный слой металла, за счет быстрого отвода тепла от нагретых участков, упрочняется [1].

В таблице 1 предлагается классификация процессов электромеханической обработки в зависимости от соотношения температурного и механического воздействия, схемы осуществления процессов и условий их проведения, свойств материалов и инструмента и других факторов [1, 2, 3, 4, 5].

Методы ЭМО классифицируются также по энергетическим признакам (рисунок 1). В настоящее время в машиностроении и ремонтной практике предприятий наибольшее применение нашли процессы ЭМО переменным током. Достоинством обработки переменным током является более низкая стоимость и высокая надежность силовых источников для ЭМО.

Применение постоянного тока позволяет, при одинаковых значениях силы тока, уменьшить высотные параметры шероховатости до 3 раз, применение же переменного тока в некоторых случаях может даже увеличивать ее по сравнению с исходной до 4 раз, за счет появления вторичной шероховатости. Это объясняется лучшим прогревом микронеровностей, уменьшением их сопротивляемости деформированию и снижением вибрации в системе инструмент-деталь при использовании постоянного тока. Применение постоянного тока при упрочнении приводит, с одной стороны, к снижению скоростей нагрева и охлаждения металла в зоне обработки, с другой - к увеличению глубины прогрева поверхности детали, следствием чего является некоторое снижение твердости упрочненного поверхностного слоя и увеличение глубины и ширины упрочненных треков по сравнению с ЭМО переменным током [2].

Таблица 1 – Виды электромеханической обработки и их сущность

№ п/п	Вид ЭМО	Сущность процесса
1	2	3
1	Электромеханическое сглаживание (ЭМС) (иногда называют отделочно-упрочняющая электромеханическая обработка (ОУЭМО))	Горячее пластическое деформирование микронеровностей с целью достижения минимальной шероховатости. Имеющее при этом место упрочнение поверхностного слоя носит преимущественно деформационный характер.

Продолжение таблицы 1

1	2	3
2	Электромеханическое упрочнение (ЭМУ)	Повышение прочностных свойств поверхностного слоя за счет изменения структурного и фазового состава в результате температурно-силового воздействия. Часто дополнительно выделяют <i>высокотемпературное ЭМУ</i> , при котором температура в зоне обработки превышает критическую температуру фазовых превращений и на поверхности металла формируется структура белого слоя, и <i>низкотемпературное</i> , при котором упрочнение осуществляется без протекания мартенситных превращений, а на поверхности детали формируется горячедеформированная структура.
3	Электромеханическая поверхностная закалка (ЭМПЗ)	Повышение прочностных свойств поверхностного слоя за счет изменения структурного и фазового состава в результате температурно-силового воздействия, в котором температурное воздействие носит преимущественный характер.
4	Упрочняющее электромеханическое восстановление (УЭМВ)	Изменение размеров обрабатываемой поверхности за счет горячей пластической высадки некоторого объема металла из зоны обработки, сопровождающееся упрочнением поверхности.
5	Электромеханический отпуск (ЭМОт)	Частичный локальный (точечный) отпуск поверхностного слоя деталей из закаленной стали с целью повышения пластических свойств материала, как правило, в местах концентрации напряжений.
6	Импульсное электромеханическое упрочнение (ИЭМУ)	Разновидность высокотемпературного ЭМУ, в результате которого под действием импульсов электрического тока на поверхности детали формируется структура, состоящая из отдельных упрочненных фрагментов белого слоя, чередующихся с неупрочненными зонами или зонами вторичного отпуска.
7	Антифрикционная электромеханическая обработка (АЭМО)	Разновидность ЭМУ, в результате которого на поверхности детали формируется структура, состоящая из отдельных участков белого слоя, между которыми находится нанесенный антифрикционный материал;
8	Электромеханическое дорнование (ЭМД)	Разновидность ЭМУ при котором для обработки отверстий используется дорн.

Электромеханическое упрочнение переменным током обеспечивает формирование более четкой (резкой) границы между упрочненным поверхностным слоем и исходным металлом сердцевины детали, при этом упрочненная структура имеет более высокие механические свойства и характеризуется меньшей травимостью, чем структура поверхностного слоя, упрочненного постоянным током. Данные обстоятельства объясняются более высокой интенсивностью (скоростью) тепловых процессов в случае ЭМО переменным током вследствие его пульсаций, а также образованием отдельных фрагментов упрочненной структуры эллипсоидной формы (каждый из которых соответствует отдельному электрическому импульсу), имеющих большую поверхность контакта с окружающим холодным металлом, что приводит к более интенсивной теплоотдаче и их «резкой» закалке [3].

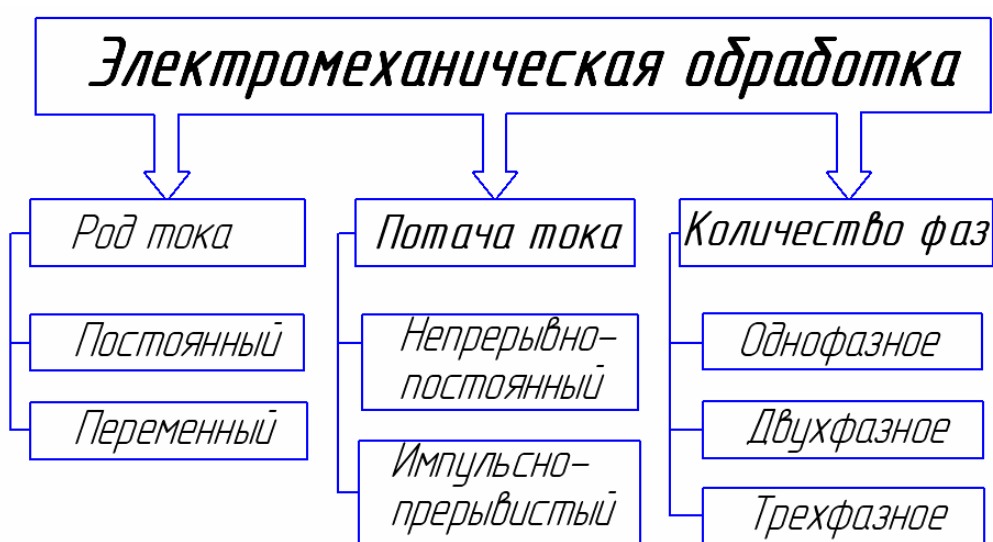


Рисунок 1 – Классификация ЭМО по энергетическим признакам

В зависимости от способа подачи электрического тока по времени можно выделить ЭМО с непрерывно-постоянным режимом электрического воздействия и ЭМО с импульсно-прерывистой подачей тока. Первый режим применяется в случаях, когда необходимо обеспечить равномерный характер обработки поверхности: при чистовом сглаживании микронеровностей, высадке металла при электромеханическом восстановлении деталей, при равномерном вдоль трека упрочнении поверхности. Импульсные методы ЭМО применяют, как правило, для формирования на обрабатываемой поверхности специфических регулярных дискретных структур и микрорельефов, представляющих собой чередование упрочненных и неупрочненных участков. Кроме этого, импульсно-прерывистый характер электрического (а значит, и теплового) воздействия позволяет не допустить перегрева поверхностного слоя при значительном увеличении силы тока, что дает возможность увеличения глубины и твердости упрочненного слоя [2].

В зависимости от количества фаз процессы ЭМО проводят однофазным, двухфазным и трехфазным токами. Однофазное воздействие применяется, как правило, при обработке одним инструментом с силой тока до 1000 А с

возможностью плавного регулирования электрических режимов. Обработка двухфазным током применяется при обработке с силой тока более 1000 А со ступенчатым регулированием режимов ЭМО. Обработка трехфазным током производится с помощью трех или шести инструментов и позволяет в разы повысить производительность процессов ЭМО, при этом снижаются непроизводительные потери электрической энергии при выполнении технологической операции, повышается КПД процесса.

Проведенный обзор классификаций методов электромеханической обработки позволяет более полно проанализировать процессы ЭМО по видам и энергетическим признакам, что в свою очередь обеспечивает выбор рациональных параметров термомеханического воздействия для придания деталям машин необходимых эксплуатационных свойств.

Литература:

1. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989.-200 с.
2. Багмутов В.П., Паршев С.Н., Дудкина Н.Г., Захаров И.Н. Электромеханическая обработка: технологические и физические основы, свойства, реализация.- Новосибирск: Наука, 2003.-318 с.
3. Федоров С.К., Федорова Л.В., Сараев В.Т., Ключев Ф.К. Применение технологии электромеханической обработки в ремонтном производстве ОАО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод».- Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть».-№ 4, 2010.- с. 44-47.
4. Яковлев С.А., Карпенко М.А. Повышение износостойкости стальных деталей антифрикционной электромеханической обработкой. Агроинженерная наука: проблемы и перспективы развития. Материалы Международной научно-практической конференции. -Улан-Уде: ФГОУ ВПО БГСХА, 2005, с.180...183.
5. Морозов А.В. Повышение эксплуатационных свойств тонкостенных стальных втулок сельскохозяйственной техники электромеханическим дорнованием. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - М.: 2007 -186 с.

УДК 621.43.31/.32.004.67

**Комбинированный способ восстановления работоспособности  
прецизионных деталей**

**А.В. Каа, студент 4 курса факультета механизации с.х.  
Научный руководитель: А.Т. Лебедев, к.т.н., доцент**

**ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет»**

В настоящее время у значительной части дизелей тракторов, автомобилей и комбайнов на предприятиях АПК эксплуатационные показатели