РАЗДЕЛ III. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Болтенков А.А., Селиверстов М.В.

К вопросу определения параметров электромеханического деформирования при восстановлении режущей кромки деталей типа «Диск»ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ
(Россия, Барнаул)

doi: 10.18411/lj-04-2021-33

Аннотация

Технология электромеханического деформирования (ЭМД) ввиду отсутствия потерь металла при восстановлении режущей кромки дисковых почвообрабатывающих орудий, является ресурсосберегающей. Основное влияние на качество восстановления режущей кромки методом ЭМД оказывает температура контактной поверхности «электрод-деталь». Для этого предложена имитационная физическая модель восстановления режущей способности деталей типа диск методом ЭМД и расчётные модели определения технологических параметров.

Ключевые слова. Почвообрабатывающие машины, дисковые рабочие органы, восстановление, электромеханическое деформирование, энерговод, математическая модель, стадии процесса, стержневые системы.

Abstract

The technology of electromechanical deformation, due to the absence of metal losses when restoring the cutting edge of disk tillage tools, is resource-saving. The main influence on the quality of restoration of the cutting edge by the EMD method is exerted by the temperature of the contact surface "electrode-part". For this, an imitation physical model of restoring the cutting ability of disk-type parts by the method of electromechanical deformation and calculation models for determining technological parameters are proposed.

Keywords. Tillage machines, disc working bodies, restoration, electromechanical deformation, energy input, mathematical model, process stages, core systems.

В процессе проведения полевых работ рабочие органы почвообрабатывающих машин, значительную часть которых составляют дисковые орудия, подвергаются интенсивному износу в следствии абразивного воздействия почвы, что в свою очередь ведет к нарушению агротехнических требований предъявляемых к технологическим операциям. Следовательно возникает необходимость в своевременном и качественном восстановлении их режущей кромки [1].

Классическим способом восстановления режущей способности дисков почвообрабатывающих орудий является их заточка абразивом или заострение резцом, что в свою очередь ведет к потерям металла, превышающим потери металла непосредственно при работе детали, следовательно возникает необходимость в разработке нового энергоресурсосберегающего способа восстановления их режущей способности, основным условием реализации которого должно стать исключение потерь металла детали при её восстановлении.

Одним из возможных способов ресурсосберегающего восстановления режущей способности дисковых рабочих органов почвообрабатывающих орудий является разработка способа на основе электромеханического деформирования металла (ЭМД). В настоящее время способы восстановления широко применяются для упрочнения и восстановления деталей типа «вал», так же в технической литературе встречаются рекомендации по восстановлению внутренних цилиндрических поверхностей.

Технологические процессы в которых используют ЭМД отличаются в выгодную сторону от остальных возможностью сокращения технологических операций в результате их совмещения, например операции нагрева, термообработки, упрочнения и деформирования совмещены в одну [2;3].

При проведении процесса восстановления электромеханическим деформированием специально подобранные режимы напряжения, силы тока, скорости и силового воздействия на деталь обеспечивают необходимую температуру пластической деформации. Этот подход позволяет при восстановлении достичь значительной экономии энергозатрат, сократить время восстановления режущей способности дискового орудия.

Выше приведенные доводы позволяют сказать, что восстановление режущей кромки дисков почвообрабатывающих машин методом электромеханического деформирования нагретой до температуры несколько превышающей температуру пластической деформации T_{max} (рекристаллизации) материала детали является эффективной, ресурсосберегающей технологией [4;5].

Основополагающую роль в достижении температуры пластической деформации материала детали при восстановлении режущей кромки оказывают параметры энерговода определяемые давлением P , электрическим напряжением U и угловой скоростью вращения детали ω . Ввиду широкой номенклатуры и типоразмеров дисковых орудий, ключевым моментом при восстановлении их режущей способности методом ЭМД является увязка параметров энерговода между собой обеспечивающих достижение температуры пластической деформации T_{max} (рекристаллизации) [4].

При наличии математической модели процесса ЭМД эти параметры могут быть определены с помощью численного эксперимента на ЭВМ. Однако учет всех тепло- и электрофизических и механических процессов, сопровождающих рассматриваемый процесс восстановления режущей кромки почвообрабатывающих орудий, приводит к сложной системе трехмерных уравнений. Применение ряда приемов и допущений приводит к значительному упрощению исходной математической постановки [6].

Весь процесс ЭМД можно разделить на два этапа: 1° этап термической подготовки, на которой вся масса материала детали, расположенная непосредственно под формирующим электродом, нагревается до температуры пластической деформации; 2° этап формирования режущей кромки. Это позволяет производить расчет основных технологических параметров P , U , ω для первого этапа только на базе краевых задач для уравнения теплопроводности без привлечения к расчетам уравнений термомеханики.

На первом этапе можно выделить две стадии: 1° статическая стадия (угловая скорость $\omega=0$), позволяющий определить параметры энерговложения P , U ; 2° динамическая стадия (угловая скорость $\omega \neq 0$), регламентирующий производительность процесса. Сокращая размерности решаемых задач можно рассмотреть условно выделенные составные стержни с одномерными тепловыми потоками: 1° при моделировании процессов теплопереноса в системе «электрод- деталь- теплоотводящая масса» на первом этапе ЭМД в статической стадии рассматривается стержневая система, составленная из трех контактирующих стержней теплоизолированных с боковой поверхности (рисунок 1,а); 2° при моделировании тепловых процессов в системе «деталь- теплоотводящая масса» в динамической стадии первого этапа ЭМД рассматривается стержневая система, состоящая из двух контактирующих стержней (рисунок 1,б), нагреваемых с боковой поверхности окружающей средой, имеющей температуру, равную температуре пластической деформации материала восстанавливаемой детали.

Рисунок 1 – Иллюстрация к построению расчётной модели процесса электроконтактного нагрева деформируемого участка детали: а- местоположение стержня-детали (4) в системе «электрод (1)-деталь (2)-теплоотводящая масса (3)»; б- имитационная физическая модель системы «электрод (1)-деталь (2)»

При схематизации статической стадии первого этапа процесса деформирования детали исходили из условия идентичности теплофизических процессов разогрева детали до температуры пластической деформации [6]. Процесс деформации модельного стержня иллюстрируется уменьшением зазора между торцами модельных стержней до нуля - к моменту завершения стадии разогрева до заданной температуры.

Для придания большей степени адекватности одномерным математическим моделям тепловых процессов статического и динамического режимов первой стадии ЭМД вводится два динамических коэффициента: 1° коэффициент энерговложения k_1 , учитывающий неточность определения плотности теплового потока электроконтактного тепловыделения на границе «электрод- деталь» по формуле: $q=UI/S$, где U, I – напряжение и ток вторичной цепи понижающего трансформатора, S – площадь контактного пятна; 2° коэффициент k_2 , учитывающий неточность определения объемных тепловых источников, имитирующих теплообмен условно выделенного стержня с нагретой основной массой детали и теплоотводящей массой.

В результате выполнив двухэтапное решение обеих рассматриваемых задач: 1° на первом этапе по результатам термометрирования детали и теплоотводящей массы определяются неизвестные динамические коэффициенты $k_1(t)$ и $k_2(t)$; 2° на втором этапе по построенным математическим моделям процессов теплопереноса в системах «электрод- деталь- теплоотводящая масса» на первой этапе ЭМД статической стадии и «деталь- теплоотводящая масса» в динамической стадии осуществляется прогнозирование необходимых значений параметров энерговвода определяемые давлением P , электрическим напряжением U и угловой скоростью вращения ω восстанавливаемых дисков [7].

1. Севернев М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин. - Л.: Колос, 1972. - 288 с.
2. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. - М.: Машиностроение, 1989. - 200 с.
3. Сторожев М.В. Теория обработки металлов давлением / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. — М.: Машиностроение, 1977. — 423 с.

4. Чижов В.Н. Электромеханическое деформирование металлов - основа ресурсосбережения при ремонте деталей/ В.Н.Чижов, О.Г.Бельчикова, М.В.Селиверстов, К.В.Селиверстов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2007. № 9 (35). С. 54-58.
5. Артамонов Б.А., Волков Ю.С. и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов в 2-х т. - М.: Высшая школа, 1983. - 247 с.
6. Чижов В.Н. Математическое моделирование тепловых процессов в системе «Электрод- деталь- теплоотводящая масса» при ремонте деталей / В.Н. Чижов, А.А.Болтенков, Ф.С.Телгожаева, М.В.Селиверстов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2009. № 12 (62). С. 80-84.
7. Чижов В.Н. Контроль температуры контактной поверхности при электрокон-тактной термомеханической обработке деталей типа диск/ В.Н. Чижов, А.А. Болтенков, О.Г. Бельчикова, М.В. Селиверстов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (163). С. 155-163.

Колтаков А.А., Коваленко А.В., Прилепко Е.В., Ширококов Е.В.

Новая виброизоляционная опора с изменяющимися свойствами

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/lj-04-2021-34

Аннотация

В статье представлено устройство и описан принцип работы новой виброизолирующей опоры, которая способна изменять свои виброизоляционные свойства без изменения конструкции.

Ключевые слова: вибрация, виброизолятор, опорная поверхность. переменная жесткость, динамический модуль упругости.

Abstract

The article presents the device and describes the principle of operation of a new vibration-isolating support, which is capable of changing its vibration-isolating properties without changing the design.

Keyword: vibration, vibration isolator, support surface. variable stiffness, dynamic modulus of elasticity.

Для снижения воздействия виброакустической энергии в конструкции автомобильной и специальной техники предусмотрены виброизоляторы. Наиболее широкое применение получили резиновые виброизоляторы, в основном за счет низкой стоимости простоты производства и доступности материала.

Главным недостатком обычных резиновых виброизоляторов является то, что при изменении режима работы специальных машин (например, аэродромные кондиционеры), состоящего в изменении линейных или угловых скоростей ее подвижных звеньев, изменении действующих сил и моментов сил, изменении мощностей силовых установок или рабочих органов, изменяются вибрационные характеристики в опорных связях защищаемого объекта (кабины), однако жесткость упругих элементов виброизоляторов остается неизменной [1].

Данный недостаток предлагается устранять за счет изменением жесткости виброизоляторов. Для этого необходимо изменять динамический модуль упругости ЕД, в соответствии с изменением режима работы машины. Изменять динамический модуль упругости ЕД предлагается за счет изменения угла наклона упругих элементов, а также за счет изменения линейных размеров упругих элементов виброизолятора, ориентированных по направления максимальной возмущающей силы.

Вышеперечисленные способы изменения жесткости виброизоляторов реализованы в разработанной виброизолирующей опоре с переменной жесткостью.