

Водяные теплые полы рекомендованы к использованию в частных домах. В городских квартирах с централизованным отоплением обустройство таких полов категорически запрещено из-за увеличения гидравлического сопротивления системы. Систему электрического теплого пола, исходя из вышесказанного, можно применять как для частных домов, так и для многоквартирных домов.

Для максимального снижения теплопотерь через полы первого этажа рекомендуется под нагревательные элементы теплого пола уложить на предварительно очищенное основание плитного фундамента теплоизоляционный слой. При укладке теплого водяного пола, как правило, используют плитный полистирол плотностью не менее 35 кг/м³.

Для устройства теплого пола с электрическим нагревательным кабелем применяются фольгированные теплоизоляционные плиты толщиной до 10 мм, что позволяет экономить 10-20% электроэнергии. Необходимо использовать только материалы с защитным слоем поверх фольги. Иначе фольгированный слой после заливки стяжки разрушается в течение 3-5 недель под воздействием щелочной среды. В качестве теплоизоляции в основном используются: изолфлекс, пенофол, фольгоизолон, а также листы пробки и фольги

Технология устройства теплых полов подробно достаточно хорошо отработана на практике и изложена в литературе [2].

Список использованных источников:

1. ТКП 45-2.04-43-2006* (02250) Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. – Мн.: Минстройархитект РБ., 2014. – 47 с.
2. В.Н. Черноиван, С.Н. Леонович. Теплоизоляционные, кровельные и отделочные работы – Минск: Новое знание; М.: ИНФА-М, 2014. – 272 с.
3. Технологическая карта на устройство монолитной фундаментной плиты. 7351ТК. ОАО ПКТИ промстрой, Москва, 2002. – 49 с.

**Батрак В.В., Веремейчик А.И., Сазонов М.И., Хвисевич В.М.,
Черноиван Н.В.**

УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПОМОЩИ ЗАКАЛКИ ДВИЖУЩЕЙСЯ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГОЙ

Брестский государственный технический университет, кафедра сопротивления материалов и теоретической механики, кафедра технологии строительного производства

Введение

Для повышения ресурса работы режущего и дробильного инструмента могут использоваться различные методы, основные из которых приведены в работах [1-3]. Проведенные эксперименты позволяют особо выделить из существующих способов поверхностное упрочнение деталей при помощи высокоинтенсивных источников нагрева [4], применение которого позволяет реализовать процесс упрочнения деталей лишь на незначительную глубину, оставляя пластичной сердцевину детали после предварительной объемной закалки. С целью повышения стойкости инструмента для переработки древесины необходима разработка соответствующих методов

увеличения надежности и долговечности при помощи поверхностной закалки движущейся плазменной дугой.

1. Особенности проведения исследований

Проведено изучение процессов износа и упрочнения инструмента детали для дробления древесных отходов, использующихся при производстве ДСП. Эта деталь по форме представляет собой усеченную пирамиду из стали 45. Внешний вид детали с закаленными дорожками приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид детали

В процессе изготовления деталь на первом этапе подверглась предварительной объемной закалке с соответствующим отпуском при 200 °С с целью исключения образования вмятин при имеющих место значительных ударных нагрузках. Визуальные обследования показали ряд типичных дефектов – затупление, растрескивание и выламывание режущей кромки, отламывание кусков в периферийной зоне (рисунок 2).



Рисунок 2 – Характер износа ножа

Результаты экспериментов показали, что объемная термозакалка не обеспечивает требуемых физико-механических свойств детали. Для повышения

износостойкости в процессе трения и увеличению сопротивляемости пластическому и хрупкому разрушению предлагается применить двухстадийную поверхностную термообработку детали как наиболее полно обеспечивающую оптимальное сочетание величины вязкости сердцевины детали с высокой поверхностной твердостью. Такое упрочнение реализуется путем локальной закалки при помощи быстро перемещающегося высокоинтенсивного высококонцентрированного источника тепла, а именно плазменной дуги, генерируемой плазмотроном постоянного тока мощностью 0,6 – 1,4 кВт.

Такое упрочнение детали характеризуется рядом преимуществ [4]:

- достаточно малой глубиной закалки (всего лишь в местах износа) до 0,7 мм при $v = 12$ мм/с; дополнительно – лишь до 0,1 мм при $v = 30$ мм/с;
- при таком способе закалки твердость поверхностного слоя значительно выше, чем при объемной закалке;
- отсутствие термических деформаций изготавливаемой детали благодаря локальности и кратковременности взаимодействия плазмы с поверхностью металла.

Плазменная установка состоит из плазмотрона постоянного тока, силового источника питания дуги, высокочастотного устройства поджига дуги, системы газоснабжения плазмотрона аргоном и азотом, а также системы водоохлаждения плазмотрона. Силовой источник обеспечивает горение дуги при напряжениях 14-35 В и токах до 30 А, а его напряжение холостого хода не превышает 60 В.

Плазменная закалка производилась в среде аргона, причем в плазмотроне применено обжимающее дугу сопло с диаметром отверстия 1,2 мм. Скорость перемещения плазмотрона варьировалась от 10 до 30 мм/с. В результате проведенных экспериментов определены оптимальные параметры упрочнения. Оптимальная скорость перемещения плазмотрона $v = 10-12$ мм/с, причем ток дуги составляет $I = 26$ А для плоской поверхности дробильного инструмента, а при повторной закалке режущей кромки на небольшую глубину - $I = 16$ А и $v = 30$ мм/с.

2. Результаты экспериментальных исследований и обсуждение

Исследованы микротвердость поверхностного слоя в зависимости от расхода аргона, тока дуги, скорости перемещения плазмотрона. Определены зависимости микротвердости стали от скорости движения плазменной дуги по глубине поверхностного слоя. Типичная зависимость микротвердости по глубине при различных скоростях движения плазмотрона представлена на рисунке 3.

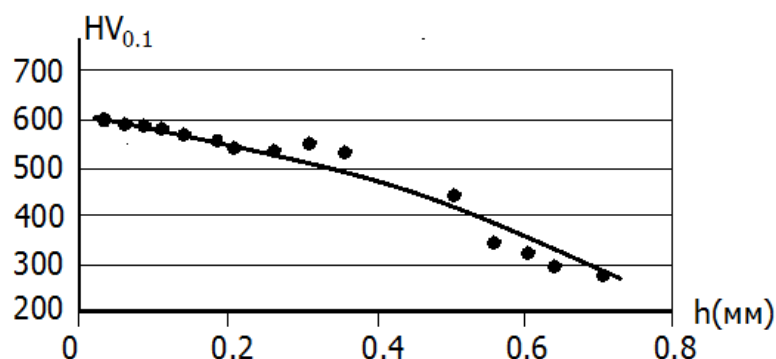


Рисунок 3 - Характер распределения микротвердости упрочненного слоя по глубине при $v = 11$ мм/с

Результаты исследований показали, что значение микротвердости почти в 2 раза выше исходного. Наибольшая глубина упрочненного слоя достигается при

$v = 11$ мм/с, т.е. уменьшение скорости движения плазменной дуги приводит к увеличению глубины упрочненного слоя.

Достигнуто увеличение микротвердости до 500-600 HV_{0,1}, причем толщина упрочненного слоя может изменяться в зависимости от скорости упрочнения от 0,1 до 0,7 мм. Кроме того, изучено влияние величины тока дуги на микротвердость и глубину закаленного слоя.

Как показали исследования, значительное влияние на формирование структуры материала поверхностного слоя и микроструктуру оказывает также среда, в которой горит дуга. При термообработке стали плазменной струей в защитной среде азота четко наблюдаются все три характерных слоя, которые видоизменяются при различных расходах защитного газа. Во внутренней зоне, плавно переходящей в исходный металл наблюдается преимущественная ориентировка зерен (текстура), которая возникает вследствие пластической деформации и аналогичной структуре ядра материала. Граница этой зоны соответствует глубине теплового влияния плазменной струи. Вторая зона состоит из равноосных зерен рекристаллизованного материала. Этот слой был подвержен расплавлению и при такой температуре произошел процесс перекристаллизации.

Поверхностный слой обработанной стали содержит дендритную структуру, возникающую в процессе перекристаллизации материала. Дендритная структура материала хорошо наблюдается при увеличении $\times 675$, она возникла вследствие быстрого охлаждения нагретого материала. Обследование закаленных образцов показало, что увеличение тока дуги ведет к значительному расширению зоны теплового воздействия плазменной струи.

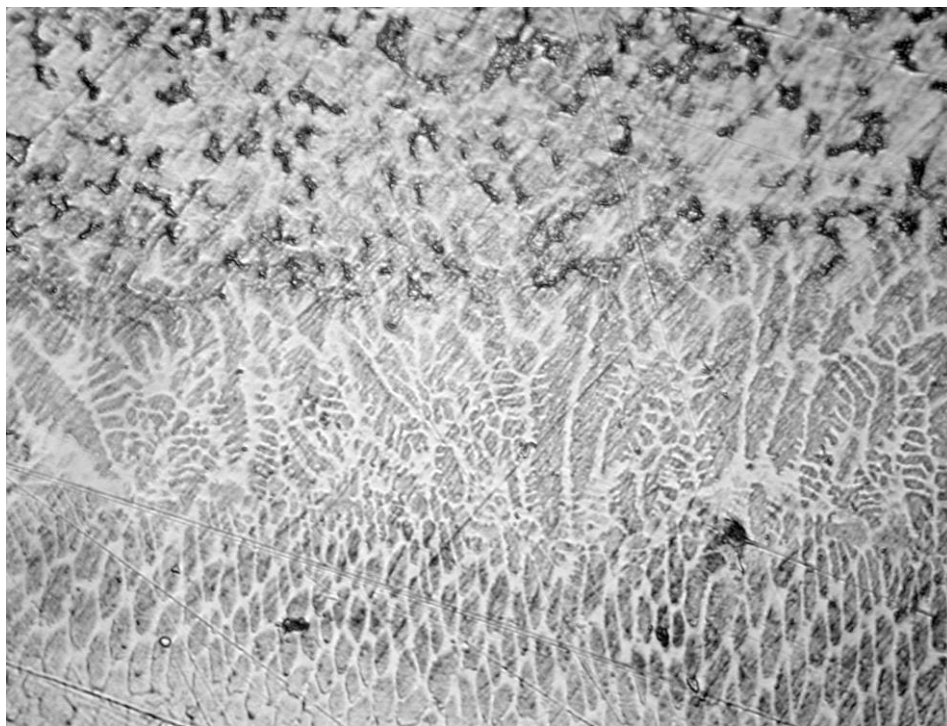


Рисунок 4 - Микроструктура стали при токах дуги при $I = 15$ А ($\times 675$)

Проведены исследования фазового состава упрочненного слоя стали методом дифракции рентгеновских лучей. Сравнение фазового состава поверхностного слоя образцов, обработанных плазменной струей в защитных средах азота и аргона, показали значительное отличие.

Анализируя результаты рентгеноструктурных исследований, установлено, что при воздействии плазменной струи в защитной среде азота в фазовом составе стали образуются карбиды и нитриды железа – гексагональная фаза типа ϵ , что объясняется диффузионным насыщением азотом и углеродом исходного материала и происходящими химическими процессами.

3. Некоторые результаты теоретических исследований

Проведено исследование температурных полей при закалке режущей кромки ножа. По режущей кромке прикладывалась температура 1300°C , остальные поверхности находились при температуре 20°C . Рассматривалась задача теплопроводности в стационарной и нестационарной постановке. Основные физико-механические характеристики материала принимались по [5]. Для расчетов использовался конечно-элементный комплекс «ANSYS» [6]. На рисунке 5 приведена схема инструмента, на рисунке 6 его конечно-элементная модель.

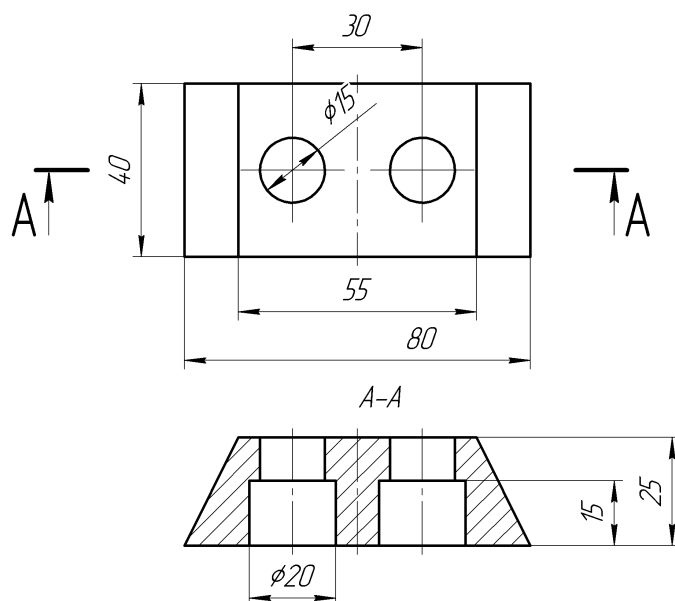


Рисунок 5 – Схема детали

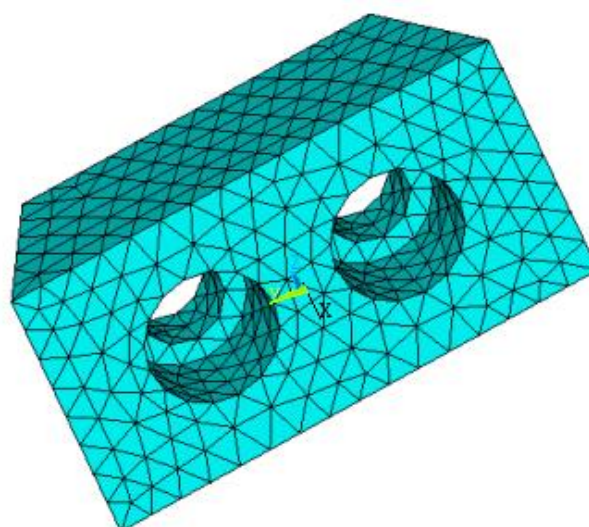


Рисунок 6 – Конечно-элементная модель

В результате теоретических исследований для различных режимов поверхностной закалки получены распределения температурных полей. Типичные распределения температурных полей по режущей кромке по опорной поверхности приведены на рисунках 7, 8.

Результаты теплового анализа сохраняются в отдельном файле и могут быть использованы при проведении статического анализа детали в качестве внешней нагрузки. При решении задачи термоупругости в случае одновременного действия механической нагрузки и полей температур полученные тепловые поля будут использоваться в качестве температурных добавок напряжений и учитываются в уравнениях термоупругости.

Заключение

Проведено обследование работоспособности инструмента для дробления древесных отходов. Установлено, что ресурс непрерывной работы лимитируется сроком режущей детали, причем интенсивный износ детали связан с высокими скоростью вращения и особой структуры древесины.

В процессе эксплуатации происходит затупление, растрескивание, выламывание и вмятины режущей части кромки. Исследования показали, что такой

характер износа связан с объемной термозакалкой и возникающими высокими напряжениями в металле, в процессе эксплуатации детали.

Предложено для упрочнения применять дополнительно плазменную поверхностную закалку при помощи сжатой движущейся плазменной дуги, генерируемой плазмотроном постоянного тока малой мощности при скоростях перемещения ее 10-30 мм/с.

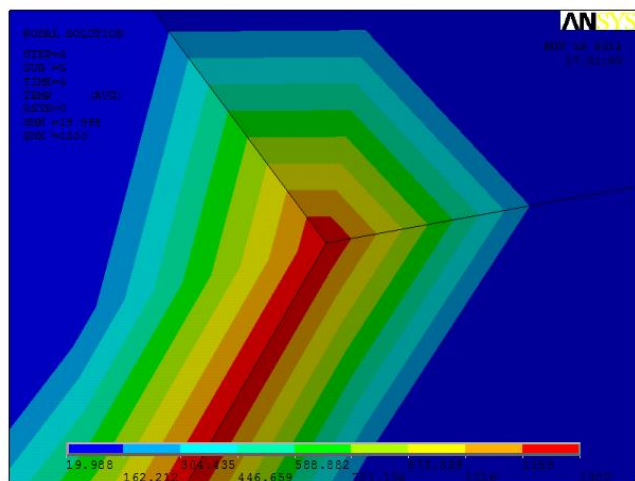


Рисунок 7 – Распределение температурных полей по режущей кромке

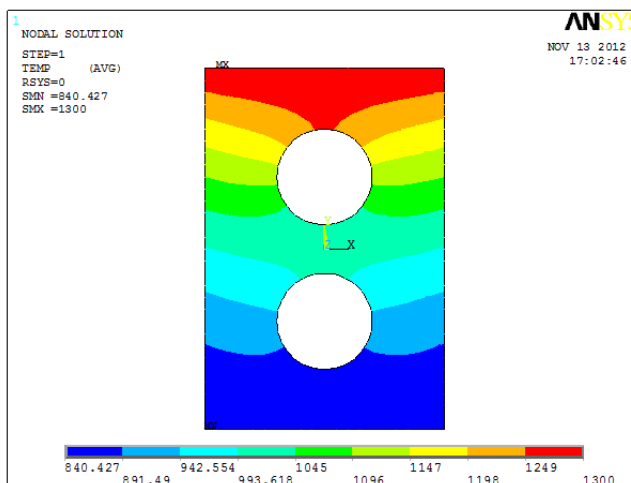


Рисунок 8 – Распределение полей температур на опорной поверхности инструмента

Проведены исследования структуры поверхностного закаленного слоя, его фазовый состав, микротвердость поверхностного слоя детали в зависимости от параметров плазменной дуги: тока дуги, скорости перемещения плазмотрона, величины расходов плазмообразующего и защитного газов (аргона и азота). В результате проведенных экспериментальных и теоретических исследований установлены оптимальные параметры плазменного упрочнения детали. Установлено, что ресурс работы детали увеличен в 4-4,8 раза.

Список использованных источников:

1. Спиридонов, Н.В. и др. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин / Н.В. Спиридонов, О.С. Кобяков, И.Л. Куприянов. – Мн.: Вышэйшая школа, 1988. – 155 с.
2. Рыкалин, Н.Н. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник // Н.Н. Рыкалин. – М.: Машиностроение, 1985. – 485 с.
3. Кундас, С.П. Компьютерное моделирование процессов термической обработки сталей / С.П. Кундас. – Мн.: Бестпринт, 2005. – 313 с.
4. Сазонов, М.И., и др. Теоретические и экспериментальные исследования процесса поверхностного плазменного упрочнения режущего инструмента / М.И. Сазонов, В.М. Хвисевич, А.И. Веремейчик, В.В. Гарбачевский // Вестник БрГТУ – серия Машиностроение. – Брест: БрГТУ, 2013. – С. 28–31.
5. Басов, К.А. ANSYS: справочник пользователя / К.А. Басов. – М.: ДМК Пресс-2005. – 640 с.
6. Таблицы физических величин. Справочник / Под ред. И.К. Кикоина. - М.: Атомиздат, 1976. – 1008 с.