

электростанция при установившемся режиме работы выработала 36645 кВт.ч электроэнергии. Собственные нужды составили 7,9 %, а потери в сетях – 4 %. В архивных документах отмечается, что электростанция функционировала нормально и бесперебойно обеспечивала своих потребителей. В 1932 г. она выработала уже 51000, а в 1934 г. – 60423 кВт.ч электроэнергии. Предприятие в тот период обслуживали 3 человека: руководитель, машинист и его помощник. Руководил электростанцией инженер Т. Гольдфайль, а с 1935 г. – инженер Ф. Эвертынский, ранее работавший преподавателем в электротехнической ремесленной школе в г. Бресте.

Таким образом, в межвоенный период развитие энергетики западных районов Беларуси проходило достаточно сложно, в регионе не было крупных источников по производству электроэнергии и слабо были развиты электрические сети. Тем не менее, в этот период мы можем отметить высокую дисциплину, ответственность энергетиков за свою работу и их большой вклад в фундамент современной энергетики.

Список используемых источников

1. Зональный государственный архив в г. Пинске Б. – Фонд 5. – Оп. 5. – Д. 800.
2. Б. – Фонд. – 1 – Оп. 5. – Д. 799.
3. Б. – Фонд 2005. – Оп. 1. – Д. 1541,42,43,45 и 47.
4. Ковалец, М.Я. Энергетика Пинщины / М.Я. Ковалец. – Пинск : Ред. газеты «Пінскі веснік», 1998. – 297 с.
5. Б. – Фонд 2065. – Оп. 1. – Д. 469.
6. Б. – Фонд 2518. – Оп. 1. – Д. 2.
7. Б. – Фонд 1. – Д. 760.
8. Б. – Фонд 1. – Д. 404.
9. Б. – Фонд 2005. – Оп. 3. – Д. 237.
10. Б. – Фонд 1. – Оп. 1. – Д. 420.
11. Б. – Фонд 1. – Оп. 1. – Д. 800.

Батрак В.В., Веремейчик А.И., Сазонов М.И., Хвисевич В.М.

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ПОМОЩИ ПЛАЗМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКИ

*Брестский государственный технический университет, кафедра
сопротивления материалов и теоретической механики*

Введение

Для повышения продолжительности ресурса работы режущегося инструмента используются различные методы [1-3]. Проведенные эксперименты позволяют выделить из этих способов поверхностное упрочнение деталей при помощи высокоинтенсивных источников нагрева, применение которых позволяет реализовать процесс упрочнения деталей лишь на незначительную глубину, оставляя пластичной сердцевину детали. Цель работы состоит в изучении механизма разрушения детали для переработки вязких материалов и разработке соответствующих методов увеличения надежности и долговечности.

1. В данной работе проведены исследования износа и упрочнения инструмента детали для резки и дробления сыра

Эта деталь имеет плоскую серповидную форму толщиной $h = 8$ мм, изготовленную из специальной нержавеющей стали для пищевой промышленности 20X14H2, которая вращается с большой скоростью в специальной камере с сыром.

Выбранная сталь 20X14H2 является высоколегированной хромистой сталью. В системе Fe-Cr-C сталь 20X14H2 относится к полужернитному классу. Химический состав нержавеющей стали 20X14H2 представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав образца из нержавеющей стали 20X14H2, %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu	W	Co	Nb	Ti	Al	B	Fe
0.545	0.265	0.347	< 0.0018	< 0.0003	17.18	0.165	1.13	0.146	0.053	0.0063	< 0.0011	0.0161	0.0071	0.0098	0.0012	80.13

Внешний вид детали приведен на рисунке 1. В процессе изготовления деталь подвергался объемной закалке до величины твердости 42 – 48 HRC.

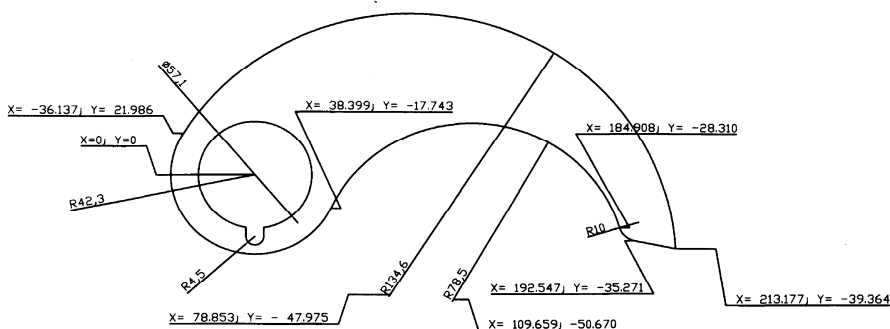


Рисунок 1 – Эскиз детали

Один цикл нагружения при стационарном режиме равен 7 мин и с учетом времени перегрузки камеры за сутки деталь нагружается $25 \div 40$ раз. Долговечность ножа не превышает 3 месяцев, поэтому разрушение материала является малоцикловым и это свидетельствует о наличии нагрузок большой интенсивности вследствие резки сыра и действия центробежных сил.

Визуальные обследования показали ряд типичных дефектов – поверхностная коррозия металла, затупление, растрескивание и выламывание режущей кромки, разрушение полотна детали, отламывание кусков в периферийной зоне. В зоне примыкания детали к области посадочного отверстия отмечено появление поперечной «шейки». С помощью лазерного профилометра для изучения характера износа построены профилограммы детали на различных расстояниях от оси вращения. Типичная профилограмма характера износа детали по истечении трех месяцев работы представлена на рисунке 2.

Из профилограммы видно, что произошел значительный износ материала (порядка 10-20% общей массы ножа). В соответствии с принятой терминологией тип коррозии — точечнозвенная с проявлением коррозионного растрескивания и кавитационного износа. Толщина детали в сечениях наиболее удаленных от оси вращения уменьшилась из-за большей окружной скорости в этих сечениях детали примерно в 2 раза, при этом её поверхность не подверглась деформации и осталась плоской.

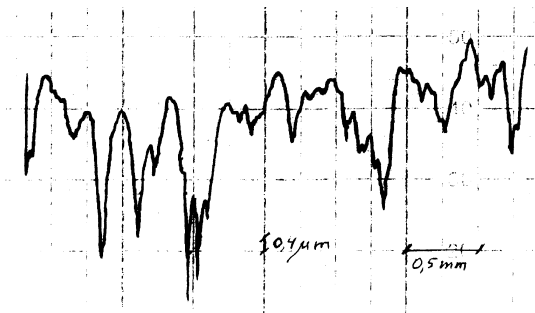


Рисунок 2 – Типичная профилограмма характера износа детали

При изучении характера износа отработавших свой ресурс деталей замечены характерные дефекты, которые также позволяют сделать выводы о характере и уровне действующих нагрузок.

При образовании «шейки» произошло утончение поперечного сечения на глубину до 1 мм и ширину 2-3 мм, причем глубина «шейки» одинакова на верхней и нижней сторонах ножа. Выход шейки к боковым поверхностям детали ориентирован под углом приблизительно 80°. В периферийной зоне детали на участке дуги радиуса $R = 78,5$ мм на нижней плоскости и торцевой поверхности видны зарождающиеся трещины глубиной до 1 мм со сплошной зоной коррозионно-поверхностных дефектов в виде остроугольных канавок, которые ориентированы перпендикулярно торцу и изгибающихся в окружном направлении (ширина дефектов в своей средней части составляет 4-6 мм). Образование шейки одинаковой глубины по всей длине своих прямолинейных участков говорит о пластическом течении материала в случае плоского напряженного состояния.

2. Методика проведения исследований

Как отмечено выше, объемная термозакалка не обеспечивает требуемой прочности детали. Для повышения износостойкости в процессе трения и увеличению сопротивляемости пластическому и хрупкому разрушению в данной работе предлагается применить поверхностную термообработку детали (ПУ), 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 1,0 – 1,4 кВт.

Такое упрочнение детали характеризуется рядом преимуществ:

- достаточно малой глубиной закалки (всего лишь в местах износа);
- при ПУ твердость поверхностного слоя заметно 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. Для перемещения плазмотрона с заданной скоростью создано специальное механическое устройство, реализующая плоскопараллельное движение упрямляемой детали относительно 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. При закалке различных участков деталей источник позволяет изменять ток от 7 А до 32 А. Для перемещения плазмотрона относительно закаливаемой детали использован манипулятор с электродвигателем с магнитным роликом, который приводится во вращательное движение ротором, в свою очередь ролик катится по торцевой поверхности модели закаливаемой детали. Кроме того, разработан и изготовлен специальный манипулятор, который непосредственно вращает упрочняемую деталь с заданной скоростью, причем угловая скорость детали может изменяться в пределах 0,5-180 об/мин при помощи разработанной электронной системы управления двигателем. Таким образом, на созданной установке могут проводиться исследования с целью разработки основ поверхностной закалки образцов и деталей.

Плазменная закалка производилась при токах дуги $I = 6-32$ А и использовании в качестве плазмообразующего газа аргона, а в плазмотроне применено обжимающее дугу сопло с диаметром отверстия, равном 1,2 мм. Скорость перемещения плазмотрона варьировалась от 4 до 27 мм/с. В результате проведенных экспериментов определены оптимальные параметры упрочнения, а именно скорость перемещения плазмотрона $v = 6$ мм/с, причем ток дуги составляет $I = 26$ А для плоской утолщенной части ножа, а при закалке острия ножа $I = 7$ А и $v = 24$ мм/с.

Для исследования свойств упрочненного поверхностного слоя применялись металлографический, фазовый, рентгеноструктурный анализы. Для определения воздействия влияния плазменной дуги на микроструктуру и свойства стали выполнен металлографический анализ. Для металлографического анализа взяты образцы в форме параллелепипеда с нанесенной плазменной дорожкой.

Микростроение материала определялось при помощи оптического металлографического прибора типа НЕОРНОТ – 21 при увеличении закаленного участка в диапазоне 50-1600 раз. Фазовый состав обработанного поверхностного слоя определяли методом дифракции рентгеновских лучей. Измерения осуществляли дифрактометром D8 DISCOVER серии 2.

Процесс ПУ осуществлялся на экспериментальных образцах по описанным выше методикам. Термообработка плазменной струей выполнялась, изменяя ступенчато ток дуги I плазмотрона в диапазоне от 13 до 16 А, при напряжении дуги $U = 34$ В и скорости перемещения источника 11 мм/с.

3. Результаты экспериментальных исследований и обсуждение

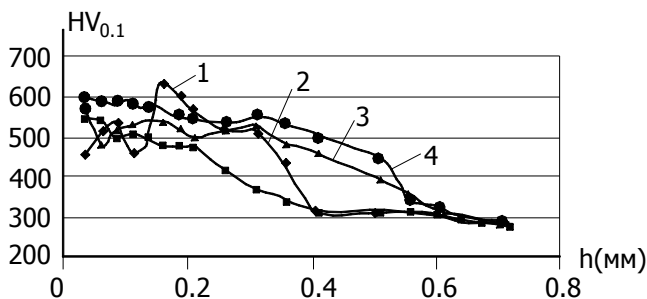


Рисунок 3 – Характер распределения микротвердости упрочненного слоя по глубине при различных скоростях движения дуги:

1 – $v = 17$ мм/с; 2 – $v = 15$ мм/с; 3 – $v = 13$ мм/с; 4 – $v = 11$ мм/с

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

Как видно из построенных кривых значение микротвердости почти в 2 раза выше исходной. 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 НВ_{0,1}, причем толщина упрочненного слоя может изменяться в зависимости от скорости упрочнения от 0,4 до 0,7 мм. Кроме того, изучено влияние величины тока дуги на микротвердость и глубину закаленного слоя. Эти данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Увеличение твердости в зависимости от глубины при токах 28 и 24А

	Глубина h, мм	0,01	0,015	0,2	0,25	0,3	0,375	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
I=28 А	Твердость НВ _{0,1}	590	580	575	585	580	575	570	515	500	310	287
	Увеличение микротвердости	2,05	2,02	2,00	2,04	2,02	2,00	1,98	1,79	1,74	1,08	1,00
I=24 А	Твердость НВ _{0,1}	560	500	490	470	450	390	340	310	290	295	287
	Увеличение микротвердости	1,95	1,74	1,71	1,64	1,57	1,36	1,18	1,08	1,01	1,03	1,00

Как показали исследования, значительное влияние на формирование структуры материала поверхностного слоя и микроструктуру оказывает также среда, в которой горит дуга. В стали, обработанной плазменной струей в защитной среде аргона (однократная обработка) не наблюдается значительных качественных изменений в структуре материала при различных параметрах процесса. 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.

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.

Экспериментально подтверждена возможность закалки при наложении соседних дорожек друг на друга с расстояниями между их осями, равном 0,4 мм; при этом микротвердость составила 532 – 600 HV.

Заключение

Проведено обследование работоспособности режущего инструмента для переработки сыра. Установлено, что ресурс непрерывной работы лимитируется сроком режущей детали, причем интенсивный износ детали связан с высокими скоростью вращения и вязкостью разрезаемого сыра. В процессе эксплуатации происходит поверхностная коррозия металла, затупление, растрескивание и выламывание режущей детали кромки. Исследования показали, что такой характер износа связан с их объемной термозакалкой и возникающими высокими термонапряжениями в металле. Предложено для упрочнения применять плазменную поверхностную закалку при помощи сжатой движущейся плазменной дуги, генерируемой плазмотроном постоянного тока. 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 экспериментов экспериментально определены оптимальные параметры плазменного упрочнения режущей детали.

Аннотация

Для упрочнения режущего инструмента предлагается применить поверхностную плазменную закалку при помощи сжатой движущейся плазменной дуги. Применение такого высококонцентрированного источника нагрева позволяет осуществлять поверхностную закалку изделия, причем лишь только его изнашиваемых участков, исключая закалку его сердцевины и сохраняя тем самым пластичные свойства материала.

Список используемых источников

1. Спиридонов Н.В. и др. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин. – Мн. «Высэйшая школа». – 1988. – 158 с.
2. Рыкалин Н.Н. и др. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник. – М.: Машиностроение, 1985. – 485 с.
3. Кундас С.П. Компьютерное моделирование процессов термической обработки сталей: монография – Мн.: Бестпринт, 2005. – 313 с.

Крюков В.М.

НЕФИЗИЧЕСКИЙ РЕСУРС ЭНЕРГИИ

Чл.-корреспондент РАПСН

Проблема безопасности многопланова. Это и экологическая безопасность, и экономическая, и территориальная, и информационная, и т.д. и т.п.

В последнее десятилетие все названные и многие другие типы безопасности