

20. Федоров, С.К. Электромеханическое восстановление резьбы : монография / С.К.Федоров. – М. : ИЦ - Пресса, 2007. – 129 с.
21. Таранов, А.С. Повышение эффективности упрочнения поверхности валов при ремонте сельскохозяйственной техники поверхностным пластическим деформированием в переменном магнитном поле : автореф. дис. ... док. техн. наук / А.С. Таранов ; ЧГАА. – Челябинск, 2010. – 44 с.

УДК 721.785

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ЗАКАЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКИ

Анискович Г.И., к.т.н., доцент, Шевчук М.А., Свиридов С.С.

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Технической основой при реализации импульсной закалки [1, 2] для различных по конструкции деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники является использование универсального технологического модуля [3], комплектуемого быстропереналаживаемыми закалочными устройствами.

Основной задачей систем закалочного охлаждения является обеспечение оптимальных параметров подачи охлаждающей среды на закаливаемую поверхность, позволяющих получить высокие показатели качества изделия, предотвращение закалочных пятен, деформаций, коробления и трещин.

Известно [4], что в сталях с различным содержанием углерода при закалке с малыми и большими скоростями охлаждения не возникает трещин. Они могут возникать при средней скорости охлаждения. Руководствуясь рекомендациями Второго Всероссийского семинара по проблемам закалочного охлаждения [5], при разработке принципиальной схемы импульсной закалки было принято техническое решение об использовании высокоскоростного охлаждения (около 10 000 °С/с) потоком воды. Такое охлаждение создает возможность получить на поверхности деталей напряжение сжатия около 800 МПа, что исключает возникновение трещин.

Отличительной особенностью охлаждения при импульсной закалке является увеличение на порядок интенсивности охлаждения за счет подачи на изделие определенным образом организованных потоков воды. При этом обеспечиваются скорости охлаждения близкие к теоретическим предельно возможным, когда температура поверхности мгновенно становится равной температуре окружающей среды. Так, если при традиционной технологии охлаждения погружением в емкость с жидкостью эффективный коэффициент теплоотдачи составляет 4600 Вт/м<sup>2</sup>·К, современные системы охлаждения струями позволяют этот же показатель довести до 46400 Вт/м<sup>2</sup>·К, то при импульсной закалке коэффициент теплоотдачи составляет около 350000 Вт/м<sup>2</sup>·К.

Формирование структуры в поверхностном слое при таких высоких скоростях охлаждения происходит на атомарном уровне и связано со значительным искажением кристаллической решетки. Высокоинтенсивное охлаждение обеспечивает получение высокодисперсных структур благодаря быстрому прохождению температурного интервала превращения, что значительно ограничивает условия, способствующие росту зерна и коагуляции карбидов и карбонитридов до и после превращения.

Применение импульсной закалки для различных деталей связано с созданием соответствующей конструкции охлаждающих устройств. Во-первых, они должны обеспечивать необходимую гидродинамику формирования потока охлаждающей жидкости. Во-вторых, поток охлаждающей жидкости должен равномерно распределяться по боковым разориентированным поверхностям заготовки. В-третьих, в закалочных устройствах должна обеспечиваться возможность гибкого управления расходом и давлением охлаждающей жидкости при сохранении гидродинамических характеристик.

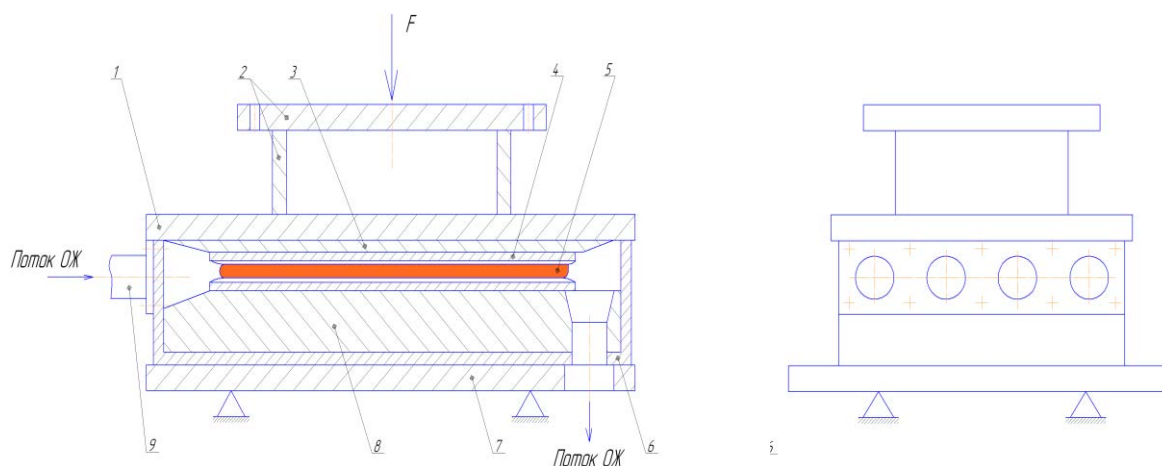
Закалочное устройство должно обеспечивать реализацию технологических параметров и следующих условий:

- скорость охлаждения нагретой заготовки в процессе закалки не менее 5000К/с;
- удельный расход охлаждающей жидкости при двухстороннем охлаждении заготовки до 0,02л/с см<sup>2</sup>;
- температура охлаждающей воды на выходе закалочного устройства не более 40° С;
- остаточная температура заготовки не должна превышать 160÷200°С.

Интенсивность охлаждения различных деталей в закалочных устройствах обуславливается формообразованием потока охлаждающей среды между охлаждающими поверхностями детали и конструкциями ограждения, копирующими поверхности охлаждения. От совершенства конструкций ограждения зависят функциональные возможности управления термическим циклом закалочного охлаждения, качество выполняемой технологической операции.

В закалочном устройстве нагретая до закалочной температуры заготовка детали охлаждается потоком воды (или водного раствора кальцинированной соды), поступающим из распределительного узла одновременно на все поверхности закаливаемого изделия. Конструкция закалочных устройств включает следующие основные составные части: верхнюю и нижнюю секции камеры охлаждения; трубопроводы водоснабжения с распределительным узлом; систему для отвода охлаждающей жидкости из камеры охлаждения.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема закалочного устройства для импульсной закалки. Из рисунка следует, что закалочная камера для деталей формируется горизонтальными ограждающими конструкциями – матрицей и пуансоном, а также ограждающими вертикальными стенками. Во избежание деформации закаливаемых сложнопрофильных изделий и необходимости их последующей правки закалочные устройства следует комплектовать матрицей и пуансоном, конструкция которых позволяет гидростатически зафиксировать заготовки деталей, а так же обеспечивать необходимую гидродинамику формирования и распределение потока охлаждающей жидкости по их поверхности.



1- плита верхняя; 2 - фланец; 3- вставка верхняя; 4- пуансон; 5- заготовка; 6- каркас; 7- плита нижняя;  
8- вставка нижняя; 9- коллектор подвода охлаждающей жидкости

Рисунок 1 – Принципиальная схема закалочного устройства для импульсной закалки

В процессе импульсной закалки закалочными устройствами в составе технологического модуля обеспечивается интенсивное охлаждения заготовок различной формы и размеров. Внешние поверхности закаленных деталей, имея дисперсную структуру мартенсита, обладают комплексом высоких механических и триботехнических свойств: твердость около 60 HRC; прочность не менее 2000 МПа; ударная вязкость свыше 1 МДж/м<sup>2</sup>; коэффициент относительной абразивной износостойкости не менее 3,0-3,5.

С учетом предъявляемых требований к закалочным устройствам, и особенностей конструкции подвергающихся импульсной закалке деталей разработана конструкторская документация изготовлены закалочные устройства, используемые для импульсной закалки

дисков дискаторов, сошников сеялок, долот, лемехов и полевых досок плугов, дисков роторов и оснований башмаков роторных косилок в ОАО «Минский агросервис», ОАО «Витебский МРЗ», ОАО «Брестский ЭМЗ», ОАО «Бобруйскагромаш».

#### Литература

1. Бетенья Г.Ф., Анискович Г.И. Модификация структуры и механических свойств стали пониженной прокаливаемости при импульсном закалочном охлаждении жидкостью. / MOTOROL/ – Lublin-Pzeszow, 2013, vol.15, №7 – С.80-86.
2. Бетенья, Г.Ф. Опыт упрочнения деталей из сталей пониженной прокаливаемости импульсным закалочным охлаждением жидкостью/ Г.Ф.Бетенья, Г.И.Анискович //Вестник БарГУ/ - 2013, вып.1 – С.152-159.
3. Технологический модуль для закалки деталей: патент № 2139 РБ / Бетенья Г. Ф. [и др.]; УО БГАТУ. Опубл. 16.05.2005//Дзяржаўны рэестр карысных мадэляў/Нацыянальны цэнтр інтэлектуальнай маёмасці.
4. Волокушин В.Д. Металловедение и термическая обработка. Уч.-справ. пособие. Винница: Книга-Вега. 2005.-504с.
5. Хроника. Второй Всероссийский семинар по проблемам закалочного охлаждения// М и ТОМ. 1997. №10. С.37-38.

УДК 631.372

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШАРОВЫХ ПАЛЬЦЕВ АВТОБУСОВ «ПАЗ» БОРАЛИТИРОВАНИЕМ

Тихонов А.А.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Романюк Н.Н.<sup>2</sup>, к.т.н., доцент,

Иванов В.В.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Белов А.О.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>НГСХА, г. Нижний Новгород, Российская Федерация,

<sup>2</sup>БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

При движении автобуса по маршруту от одного пункта к другому водителю неоднократно приходится менять направление движения, выполняя повороты, перестроения, развороты. Выполнение перечисленных манёвров осуществляется при помощи рулевого механизма. Соответственно при его отказе движение затруднено или невозможно.

Факторы, которые могут привести к отказу рулевого управления, удобно представить с помощью причинно-следственной диаграммы, которая выражает зависимость между процессом, представляющим собой систему причинных факторов, и качеством, представляющим собой результат действия этих причинных факторов.

Рассмотрим её часть, связанную с отказом рулевой трапеции, вызванным износом шарового пальца, что согласно причинно-следственной диаграмме составляет 12,5 % всех отказов механизма рулевого управления (рисунок 1).

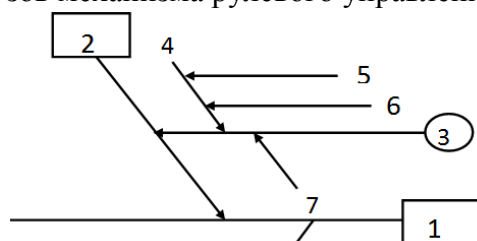


Рисунок 1 – Фрагмент причинно-следственной диаграммы

Под цифрой 1 подразумевается отказ всего изделия, в нашем случае механизма рулевого управления.

Рассмотрим только отказ рулевой трапеции 2, вызванный износом шарового пальца 3. Износ вызван действием сил трения (цифра, обозначающая их, – 4) в результате следующих причин: 5 – попадание посторонних примесей и абразива в результате повреждения резинового уплотнения; 6 – ненормальный температурный и нагрузочный режим; 7 – аварийная ситуация.

Шаровая опора работает в условиях постоянной знакопеременной нагрузки, выдерживает систематические удары при езде на неровной дороге, постоянная вибрация. Немалое влияние на её работу оказывает окружающая среда: сезонные изменения температуры, влажность, частицы дорожной пыли и песка. В зимнее время – химические реагенты, сокращаю-