

Анализ исследований в области ЛОМ-технологии показывает, что для соединения металлических листов в основном используют сварку и пайку. Однако для реализации этих способов соединения требуется специальное оборудование, а также повышенные затраты энергии.

Таким образом, существуют различные пути решения проблем изготовления металлических ЛОМ-деталей, которые связаны с обеспечением требуемых геометрических параметров качества поверхности и механической прочности. Все они имеют как достоинства, так и недостатки. В практическом отношении важно, наряду с совершенствованием существующих путей решения этих проблем, осуществлять поиск новых, более эффективных.

#### **Список использованных источников**

1. Толочко, Н.К. Аддитивные технологии: проблема ступенчатого рельефа поверхности / Н.К. Толочко, О.В. Сокол // Агропанорама. – 2019. – №2. – С. 12–16.

2. Толочко, Н.К. Прямое изготовление металлических деталей с применением ЛОМ-технологии / Н.К. Толочко, А.А. Андрушевич, П.С. Чугаев, Т.А. Богданович // Литье и металлургия. – 2018. – №1. – С. 137–143.

УДК 721.785

## **ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ ДИСКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН**

*Магистрант – Сницаренка А.П., маг 18 тс, ФТС  
Научный*

*руководитель – Анискович Г. И., к.т.н., доцент  
УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет» г. Минск, Республика Беларусь*

В системе обработки почвы дисковые почвообрабатывающие орудия в последние десятилетия нашли широкое распространение, постепенно вытесняя плуги и культиваторы. Рабочим органом дисковых орудий являются, как правило, сферические (вырезные и сплошные) диски разных диаметров (рисунок 1). При обработке почвы диски обеспечивают интенсивное крошение почвенного слоя и резание растительных остатков, находящихся на поверхности почвы, имеют низкую забиваемость. Сферические диски сегодня используются в различных технологических операциях. Они применяются для лущения стерни, основной обработки почвы, грядообразования, нарезки борозд, окучивания и даже уборки картофеля. Такая многофункциональность дисковых органов обеспечивается широким диапазоном установки дисков под углом к направлению движения и углом наклона диска в продольно-вертикальной плоскости [1].

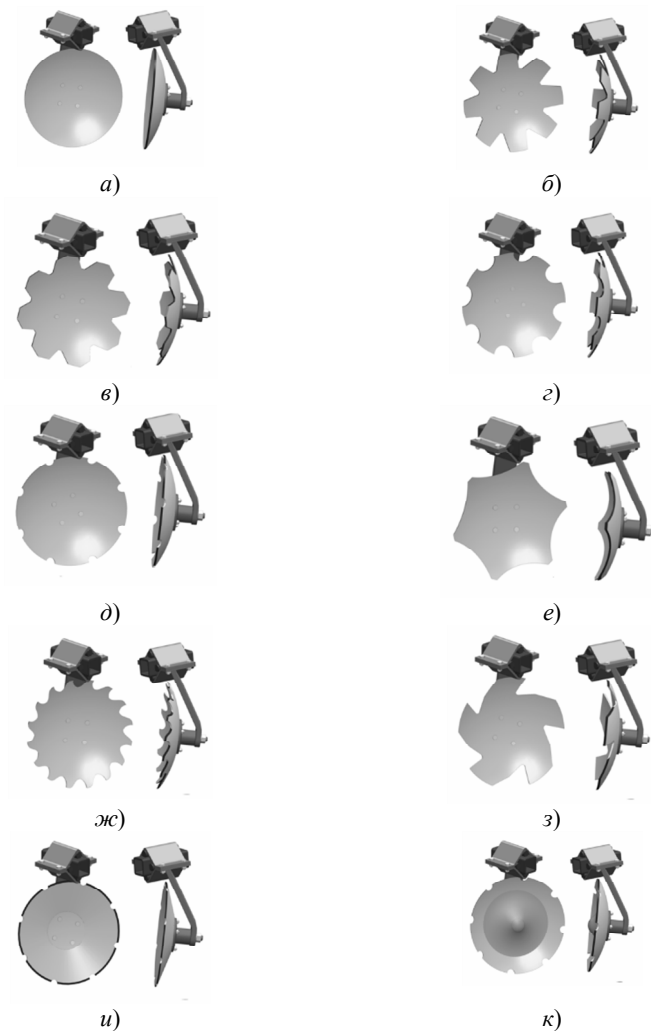


Рисунок 1 – Конструкции дисков с различной формой рабочих поверхностей: гладкой режущей кромкой (а); трапецидальными вырезами (б); корончатыми вырезами (в); вырезами глубиной до 60 мм (г); вырезами глубиной до 30 мм (д); вырезами большого диаметра(е); малыми вырезами (ж); рубящий диск (з); конический (и); переменным радиусом сферы (к)

В процессе работы диски почвообрабатывающих машин испытывают действие статических, циклических и ударных нагрузок и подвергаются воздействию минеральных частиц почвы, вызывающих поломкам и

интенсивное изнашивание рабочей части детали. Наибольшая величина износа наблюдается по периметру рабочей части детали, воспринимающей наибольшие контактные нагрузки со стороны почвы.

Наиболее часто материалом для изготовления дисков выступает сталь 65Г, а в некоторых случаях сталь 70Г. После вырубки из листа, гибки – придания заготовке требуемой сферической формы и рихтовки, производится сверление или пробивка отверстий для крепления диска. Заточку – obtачивание фасок производят на токарном станке, обеспечивая угол заточки  $37^\circ$  при толщине лезвия 0,3–0,5 мм. Затем следует термическая обработка – закалка и отпуск для обеспечения твердости HRC 35–45. В некоторых случаях термической обработке подвергается только рабочая (режущая) зона дисков. Режущие кромки дисков могут быть также упрочнены лазерно-термической обработкой на ширину 15–20 мм и на глубину 0,5–1,5 мм [2].

Такая технология не обеспечивает достаточного уровня износостойкости при работе лезвия диска в контакте с почвой, поэтому на него наносят, зачастую с помощью наплавки, слой определенной толщины более износостойкого и более дорогостоящего материала. Для этого используют твердые сплавы сормайт, BK2, BK3, высоколегированный чугун, сталинит, вокар и другие материалы, содержащие в своем составе большое количество дефицитных легирующих элементов, таких как хром, никель, вольфрам, молибден, кобальт и др., что сказывается на себестоимости изготовления дисков [3].

Компания «Bellota» является первопроходцем в производстве дисков для почвообрабатывающих машин, изготовленных из борсодержащей стали 28MnV8 (система EN). Диски подвергаются специальной термической обработке, обеспечивающей твердость в пределах 48 – 52 HRC, проверяемой у 100 % дисков системой автоматического контроля. Такая твердость обеспечивает достаточный уровень износостойкости, а так же пределы упругости и прочности, необходимые для поглощения ударных нагрузок без повреждения диска [2, 3].

Специалистами технологического научно-производственного центра БГАТУ осуществлялось упрочнение экспериментальных образцов дисковых рабочих органов барон, изготовленных из стали пониженной прокаливаемости.

Первоначально экспериментальные работы по упрочнению сменных деталей из углеродистой стали 60ПП выполнялись на базе технологического научно-производственного центра БГАТУ. Исследования проводились с использованием технологического модуля. Принципиальная схема модуля для импульсной закалки представлена на рисунке 2.

Для практической реализации технологии импульсной закалки в составе технологического модуля имеется закалочное устройство, которое предназначено для фиксации закаливаемых деталей в процессе охлаждения потоком жидкости. В качестве закалочной среды целесообразно использовать поток воды.

Закалочное устройство разрабатывается для каждого типоразмера деталей индивидуально, при этом должны учитываться следующие принципы:

- фиксация положения деталей в закалочных устройствах не должна препятствовать изменению размеров деталей в процессе охлаждения;
- постоянство скорости движения воды в устройстве;
- зазоры между стенками закалочного устройства и поверхностями закаливаемого изделия должны обеспечивать необходимую скорость потока воды и соответственно интенсивность охлаждения;
- для равномерного охлаждения закаливаемых поверхностей перед входом в закалочное устройство должно поддерживаться избыточное давление.

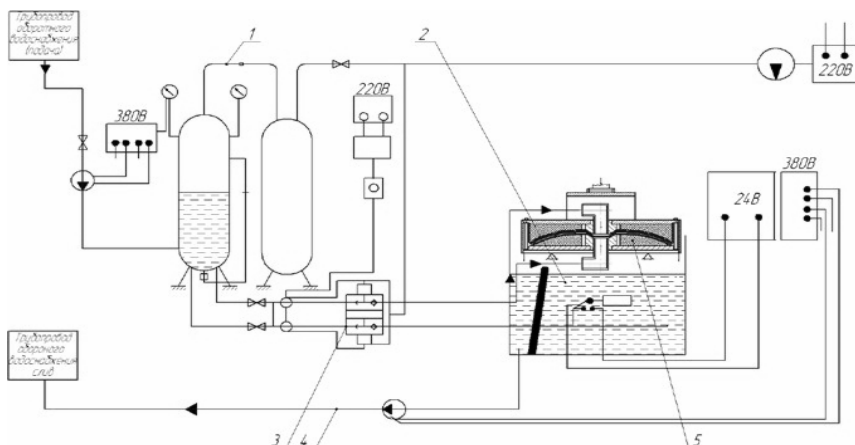


Рисунок 2 – Принципиальная схема технологического модуля для импульсной закалки: 1 – блок управления расходом охлаждающей жидкости; 2 – блок управления отводом охлаждающей жидкости; 3 – система управления клапаном «Бабочка»; 4 – система оборотного водоснабжения; 5 – закалочное устройство

Применение легко сменяемых закалочных устройств в составе технологического модуля позволяет быстро переходить на закалку деталей другой конструкции и размеров, что в свою очередь обеспечивает гибкость и экономичность производства.

Принципиальная схема закалочного устройства для закалки дискообразных деталей представлена на рисунке 3.

Сменные дисковые детали почвообрабатывающих машин, изготовленные с применением импульсной закалки, характеризуются высокой работоспособностью, без использования дорогостоящих легированных сталей. В упрочненных деталях из стали 60 ПП (55 ПП) при достаточно высокой твердости (56–62 HRC) и прочности ( $\sigma_{\sigma}$  более 2000 МПа) сохраняется повышенная ударная вязкость (КСУ не менее 0,6 МДж/м<sup>2</sup>) [4, 5, 6, 7]. Ресурс сменных деталей нового поколения в 2 и более раза выше по сравнению с изделиями, изготовленными по традиционной технологии с использованием стали 65Г. В зарубежной практике такими свойствами обладают детали, изготовленные из легированных сталей.

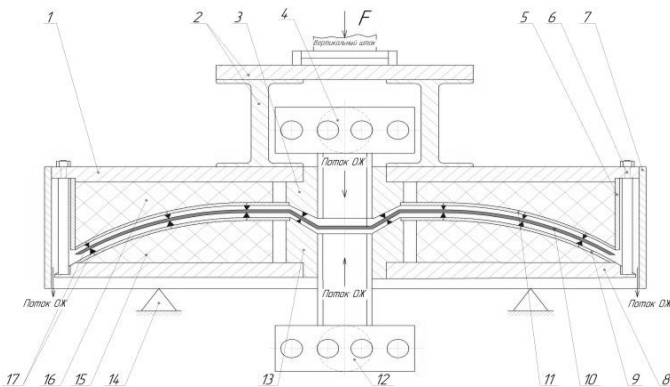
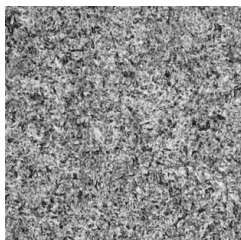


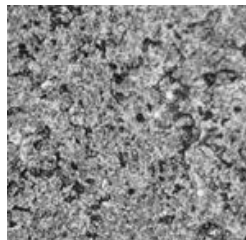
Рисунок 3 – Принципиальная схема закалочного устройства дисков:  
 1 – плита верхняя; 2 – фланец; 3 – вставка верхняя; 4 – коллектор верхний;  
 5 – кожух внутренний; 6 – упор; 7 – кожух наружный; 8 – плита нижняя;  
 9 – матрица; 10 – заготовка диска; 11 – пуансон; 12 – коллектор нижний;  
 13 – вставка нижняя; 14 – опора; 15 – плита монтажная нижняя;  
 16 – плита монтажная верхняя; 17 – фиксатор

Основным конкурентным преимуществом деталей, полученных с применением импульсной закалки, является их наноструктурное строение с размером характерного структурного элемента в диапазоне около 30–80 нм. Формирование наноструктурного состояния изделий обеспечивается с использованием нелегированных конструкционных сталей. Это выгодно их отличает в сравнении с зарубежными изделиями, изготовленными из борсодержащих мало- и среднеуглеродистых сталей с легирующими добавками молибдена, титана и других элементов.

Изучение микроструктурного строения упрочненных деталей (сталь 60ПП) показало, что в поверхностном слое (рисунок 4, а) образовалась микроструктура весьма мелко игольчатого мартенсита, по оценке металлографическим методом [8] наибольшая длина игл которого составляет до 1 мкм.



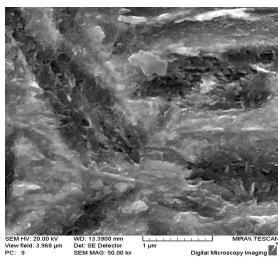
а) x200



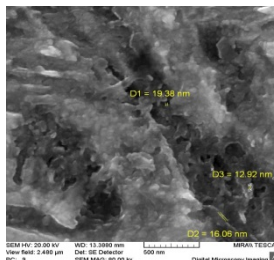
б) x200

Рисунок 4 – Микроструктура внешних поверхностей (а) и сердцевины (б)

При увеличении соответственно x50 000 и x80 000 (рисунок 5) выявлена фрагментация (дробление) мартенситных пластин. Их размер в поперечном сечении составляет 50–100 нм, а размер фасеток отдельных пластин мартенсита находится в пределах 20–80 нм.



x50000



x80000

Рисунок 5 – Микроструктура упрочненного слоя образца стали 60ПП толщиной 8 мм после импульсного закалочного охлаждения водой и низкого отпуска

Снимки микроструктуры троостита в сердцевине плоского образца (рисунок 4, б) также свидетельствуют о его дисперсности [8]. В поперечном сечении размеры фрагментов троостита составляют 20–60 нм, а длина трооститных пластин находится в пределах 120–500 нм.

Результаты исследований упрочненных с применением технологии импульсного закалочного охлаждения жидкостью дисковых рабочих органов почвообрабатывающих машин показали, что по техническому уровню упрочненные детали нового поколения являются

конкурентоспособными изделиями в сравнении с лучшими отечественными и зарубежными аналогами.

#### Список использованных источников

1. Лысыч М.Н. Анализ конструкций дисковых рабочих органов почвообрабатывающих орудий и возможностей их применения в условиях лесных вырубок // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.

2. Сидоров С.А. Совершенствование конструкции и упрочнения дисковых рабочих органов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2003. № 8. С. 30–32.

3. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило [и др.] – Минск: БГАТУ, 2010. – 320 с.

4. 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.

5. Инновационные технологии упрочнения деталей сельскохозяйственной техники / Н.В. Казаровец, Г.Ф. Бетенья, Г.И. Анискович, А.И. Гордиенко, В.С. Голубев, А.Н. Давидович // Сборник докладов 12 МНТК 10–12 сентября 2012 г., Углич. – М.: Известия, 2012. – С. 219–228.

6. 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.

7. Бетенья, Г.Ф. Объемные нанокристаллические износостойкие детали рабочих органов сельскохозяйственной техники / Г.Ф. Бетенья [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета / – 2012, №3, серия В. Промышленность. Прикладные науки. – С. 46–51.

8. ГОСТ 8233-56. Сталь. Эталоны микроструктуры [Текст. – введ. 1957-07.01. – М.: Изд-во стандартов. 1960. – 4 с.

УДК 631.3 – 192

## К ВОПРОСУ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

*Студенты – Шевченко Е.В., ТС15-1б, 4 курс, УНИ ТС;*

*Мальцев В.М., ТС17-1ус, 4 курс, УНИ ТС*

*Научные*

*руководители – Сыромятников П.С., доцент;*

*Романченко В. Н., к.т.н., доцент*

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенка, г. Харьков, Украина*

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы постановки задачи для разработки методических положений диагностирования и технологии ремонта индивидуальных топливных насосов с электронным управлением.