

УДК 721.785

**УПРОЧНЕНИЕ СМЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ КОРПУСОВ ПЛУГОВ  
ИМПУЛЬСНЫМ ЗАКАЛОЧНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ ЖИДКОСТЬЮ**

*А.В. Михневич - студент 5 курса, БГАТУ  
Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.И. Анискович*

Анализ конструкционных материалов, используемых в последние годы предприятиями Республики Беларусь и другими государствами СНГ для изготовления сменных деталей рабочих органов плугов, свидетельствует о применении недорогих марок сталей, а также традиционных методов термообработки (закалки и отпуска). Применяемые в настоящее время отечественными производителями в качестве материала основы стали марок 35; 45; 40Х; Л53; 65Г; 55С2; 60С2 и др. не удовлетворяют требованиям изделий нового поколения из-за низкого уровня твердости и прочности. Твердость изделий составляет 35,5...48 HRC, прочность не превышает 900...1200 МПа, ударная вязкость находится в пределах 0,2...0,6 МДж/м<sup>2</sup>. Такие изделия не могут полноценно конкурировать с изделиями ведущих западно-европейских фирм.

Ведущие фирмы-производители сельскохозяйственных машин выпускают сменные детали плугов (долото, лемех, отвал, полевая доска.) нового поколения. Конкуренентоспособность изделий обеспечивается наукоемкими технологиями и соответствующим стальным прокатом. Детали рабочих органов преимущественно получают из более прочных борсодержащих (с добавками молибдена, титана) мало- и среднеуглеродистых сталей. Аналогами их в СНГ являлись стали 30ГР, 40ГР, 30Г2Р и др. Применение таких сталей и специальных способов термической обработки позволило достичь повышенных эксплуатационных свойств.

Западноевропейские фирмы разработали и реализовали наукоемкие технологии «Conit» (Kverneland, Норвегия), «Triplex» и «Dreilagenmaterial» (Huard, Франция), «Rabid» (Rabewerk, Германия), «Plasmabid» (Rabe, Германия). Изделия, полученные с применением технологий «Conit» и «Triplex» наиболее соответствуют ударно-абразивным условиям эксплуатации. Отличительной особенностью этих изделий является 3-х слойное строение поперечного сечения, так называемое диссипативное (градиентное) структурное строение. Поверхностные слои изделий имеют высокую прочность (1200...1800 МПа) и твердость (до 67 HRC).

Сравнительно пластичная сердцевина при этом обеспечивает повышенную ударную вязкость изделий.

Специалистами учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» получены положительные результаты по изготовлению деталей для работы в абразивной среде из сталей пониженной прокаливаемости (ПП): 58 (55ПП) ГОСТ 1050-88, сталь 60ПП – ТУ завода изготовителя. Эти материалы характеризуются следующим химическим составом: углерод – 0,5...0,65%; марганец – 0,1..0,3%; кремний – 0,1..0,3%; хром, никель и медь – не более 0,25% каждого.

При производстве деталей из этих материалов применялся перспективный метод упрочнения – импульсное закалочное охлаждение жидкостью (ИЗОЖ) – реализация которого осуществлялась с использованием специального технологического модуля, обеспечивающего интенсивность охлаждения в интервале от 1000 °C/с до 20000 °C/с.

В технологическом научно-производственном центре (ТНПЦ) БГАТУ с использованием вышеупомянутых материала (сталь 60ПП) и технологии их упрочнения были изготовлены опытные образцы долот, лемехов, полевых досок, грудей отвалов корпуса плуга и исследованы их физико-механические свойства.

Исследование твердости по толщине опытных образцов сменных деталей корпусов плугов и анализ микроструктуры показал, что в результате применения импульсного закалочного охлаждения жидкостью твердость (рис. 1) поверхностного слоя долот находится в пределах 60-64 HRC, сердцевины – 39-42 HRC, структура (рис. 2) закаленного слоя долота – мартенсит среднеигльчатый, сердцевины – троостосорбит с включениями феррита.

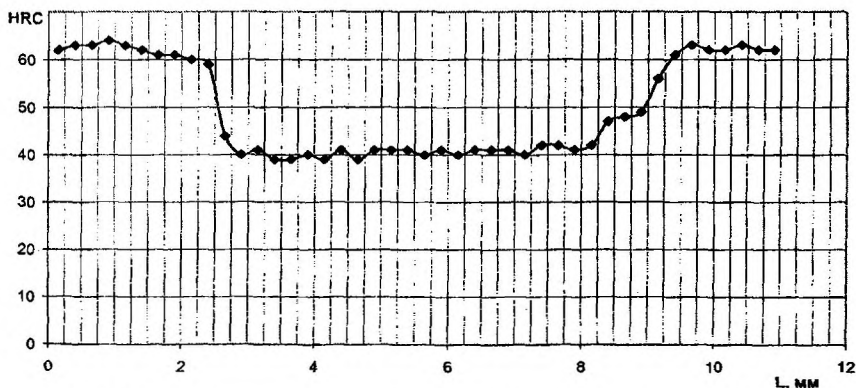
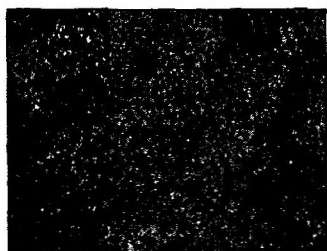
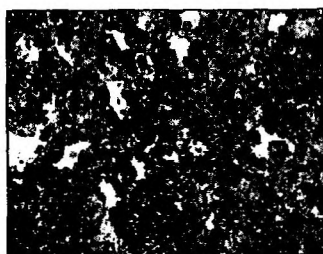


Рис. 1. Распределение твердости по толщине опытных образцов оборотных долот



а x500



б x500

Рис. 2. Микроструктура опытных образцов оборотных долот изготовленных из стали 60ГПП и упрочненных по технологии ИЗОЖ (а – поверхностный слой, б – сердцевина)

Твердость (рис. 3) закаленного слоя лемехов 58-59 HRC, сердцевины – 39-40 HRC, структура (рис.4) закаленного слоя представляет собой мелкозернистый мартенсит, сердцевины – троостосорбит.

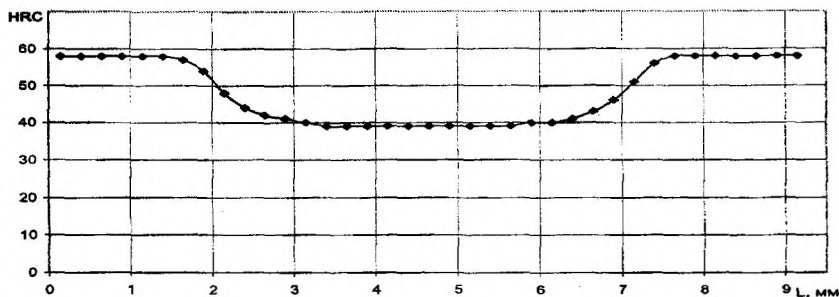
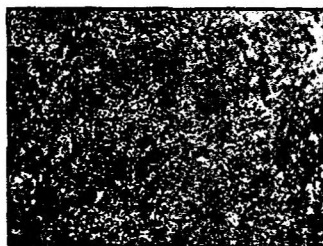


Рис. 3. Распределение твердости по толщине опытных образцов лемехов



а x500



б x500

Рис. 4. Микроструктура опытных образцов лемехов (а – поверхностный слой, б – сердцевина)

Изменение твердости (рис. 5) закаленной поверхности грудей отвалов находится в пределах 64-67 HRC, сердцевины – 58-59 HRC, структура в

поперечном сечении (рис.6) закаленного слоя состоит из мелкозернистого мартенсита и возможно остаточного аустенита, структура сердцевины – троостомартенситная.

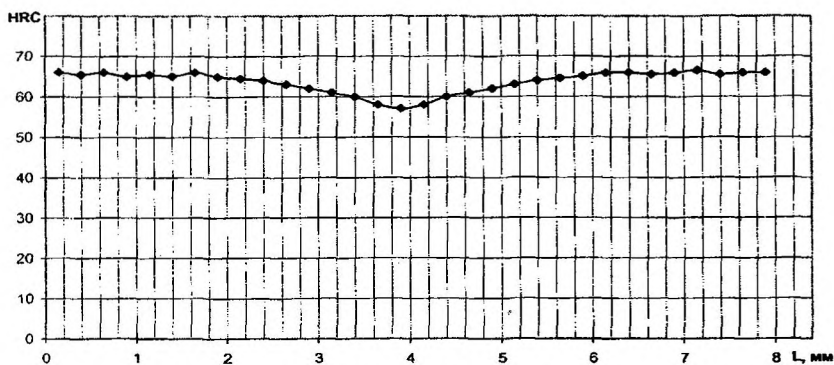
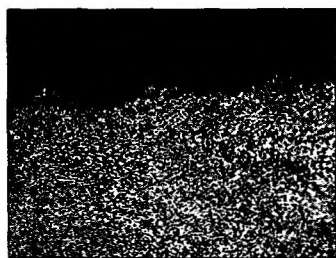
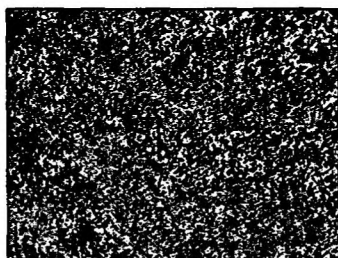


Рис. 5. Распределение твердости по толщине опытных образцов гребней отвалов



а x 500



б x 500

Рис. 6. Микроструктура опытных образцов гребней отвалов (а – поверхностный слой, б – сердцевина)

Распределение твердости по толщине опытных образцов полевых досок показано на рис. 7. Из рисунка видно, что поверхностная твердость полевых досок составляет 56-59 HRC, сердцевины – 34-35 HRC. Структура (рис.8) закаленного слоя опытных образцов полевых досок – мартенсит мелкозернистый, а ее сердцевины – сорбит.

Сменные детали корпусов плугов, изготовленные из стали 60ПП и упрочненные импульсным закалочным охлаждением жидкостью имеют высокий комплекс механических свойств – прочность 2100...2300 МПа, ударная вязкость от 0,6 МДж/м<sup>2</sup> до 1,25 МДж/м<sup>2</sup>.

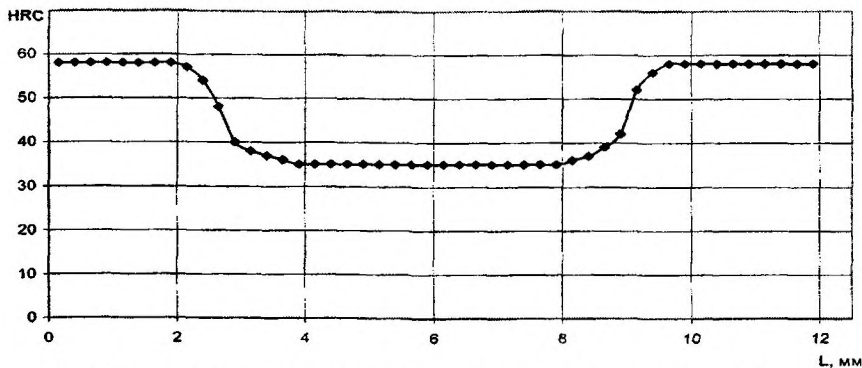


Рис. 7. Распределение твердости по толщине опытных образцов полевых досок



а x500



б x500

Рис. 8. Микроструктура опытных образцов полевых досок (а – поверхностный слой, б – сердцевина)

Изготовленные по технологии БГАТУ сменные детали корпуса плуга проходили приемочные испытания на объектах ИЦ ГУ «Белорусская МИС». По результатам испытаний износостойкость опытных образцов долот и лемехов в 1,5 раза, полевых досок в 4,67 раза и грудей отвалов в 1,56 раза выше износостойкости аналогичных деталей отечественного производства (РУП «Сморгонский агрегатный завод») и сопоставима с износостойкостью деталей импортного производства (фирма «Квернеланд»).

Анализ результатов исследований показывает, что по техническому уровню опытные образцы сменных деталей корпусов плугов не уступают аналогичным деталям, изготовленным зарубежными фирмами, и являются конкурентоспособными с лучшими мировыми аналогами. Основными характеристиками экспериментальных деталей являются: мелкозернистая мартенситная структура поверхностного слоя толщиной 2...3 мм; прочность – в пределах 2100...2300 МПа; твердость поверхности 58 HRC и более; пластичная сердцевина изделий имеет твердость 38...40 HRC, ударная вязкость составляет 0,6...1,25 МДж/м<sup>2</sup>.

1. Машиностроение. Энциклопедия в 40 томах. Сельскохозяйственные машины и оборудование. Том IV-16/ И.П. Ксеневич, Г.П. Варламов, Н.Н. Колчин и др.; Под ред. И.П. Ксеневича. М.: Машиностроение, 2002. – 720 с.
2. Бернштейн Д.Б., Лискин И.В. Лемехи плугов. Анализ конструкций, условий изнашивания и применяемых материалов. Обзор. информ. – М.: ЦНИИТЭИ Тракторосельхозмаш, 1992. – 36 с. (сер. 2. Сельскохозяйственные машины и орудия; вып. 3).
3. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания. – М.: Машиностроение, 1995. – 336с.
4. Металловедение и термическая обработка. Волокушин В.Ф., Винница. Издательство «Книга-Вега», 2005. 504 с ил.
5. Технология, оборудование, автоматизация, неразрушающий контроль процессов нагрева и упрочнения деталей на машиностроительных предприятиях: Сб. науч. трудов. Под ред. П.С. Гурченко. – Мн.: УП «Технопринт», 2002. – 163с.
6. Conit, Rabid and Rabadur Rabewerk – Entwicklungen mit Höchster Materialqualität / Anbau – Drehpflüge/ 1994.№7, с. 26...27.

УДК 631.3.004.67

## **РЕГЕНЕРАЦИЯ ВОДЫ НА ПОСТАХ ОЧИСТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*Н.С. Королик, М.Н. Кот - студенты 5 курса, БГАТУ  
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Мирутко*

Важной и актуальной задачей при очистке сельскохозяйственной техники является применение оборотных систем водоснабжения. Одной из проблем при решении этого вопроса является доочистка сточных вод с доведением их до нормативных требований: по взвешенным веществам до 10 мг/л, по нефтепродуктам до 2 мг/л при расчетных начальных концентрациях соответственно (взвешенные вещества – 16000 мг/л, нефтепродукты - 15000 мг/л).

Одним из наиболее перспективных и технологических методов является электрохимическое коагулирование, которое может быть применено для удаления из сточных вод мелкодисперсных и органических примесей, эмульсий, масел, жиров, нефтепродуктов, хроматов и фосфатов. При использовании в качестве анода железных или алюминиевых электродов происходит электрохимическое растворение, при котором в сточную воду переходят ионы этих металлов, обладающие коагулирующей способностью. Процесс аналогичен обработке воды соответствующими реагентами, однако при электрокоагуляции вода не обогащается сульфидами или хлоридами, содержание которых лимитируется при сбросе очищенных вод в