

УПРОЧНЕНИЕ ДОЛОТ ИМПОРТНЫХ ПЛУГОВ ИМУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКОЙ

*Студент – Бурим Ю.С., 39 тс, 3 курс, ФТС
Научный*

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

Аннотация. В статье приводятся сведения по материалам, которые используются отечественными и зарубежными предприятиями при изготовлении долот плугов, результаты исследования микроструктуры и механических свойств упрочненных импульсной закалкой долот, изготовленных из отечественных среднеуглеродистых конструкционных сталей.

Ключевые слова: долото, ресурс, упрочнение, импульсная закалка, микроструктура, твердость, прочность, ударная вязкость.

Как свидетельствует мировой опыт производства долот и лемехов плугов для сохранения конкурентоспособности, при изготовлении этих деталей должны применяться наукоемкие технологии [1]. Такие подходы обеспечивают ведущим производителям плугов и запасных частей к ним занимать доминирующее положение на рынке, передовые позиции которого принадлежат норвежской фирме «Kverneland», немецкой «Lemken», австрийской «Vogel and Noot», французской «Kuhn» и др. Эти компании разработали новые специальные методы термической обработки, что позволило им и в настоящее время поддерживать высокое качество и надёжность деталей при сохранении цены на соответствующем, хотя и сравнительно высоком уровне.

Использование этими фирмами прогрессивных методов термической обработки а также применение соответствующих новых материалов и специальных профилей для заготовок, позволяет обеспечивать изделиям твёрдость в пределах 50–52 HRC и более, ударную вязкость – 0,8–1,0 МДж/м², прочность – 1500–2000 МПа. При этом относительная износостойкость деталей приведенных фирм находится в пределах 2,1–3,0. Интенсивность абразивного изнашивания составляет для долот по их длине не более 50–60 мкм/км, лемехов по их ширине 40–50 мкм/км пути.

Выпускаемые долота плугов зарубежными фирмами (рис. 1) конструктивно отличаются от изделий собственного производства материалом, ресурсом, ценой.

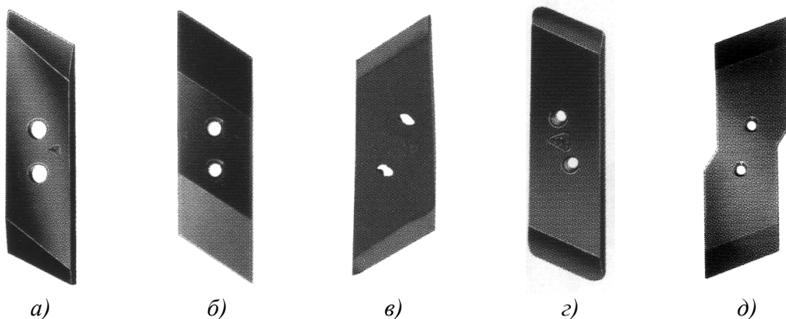


Рисунок 1 – Образцы импортных долот: а) – Kverneland, б) – International Harvester, в) – Overum, , з) – Huard, д) – Rabewerk

В качестве материала используются стали аналогичные отечественным: 30ГР; 30Г2Р; 40ГР; 45Г2Р (ГОСТ 4543-71). Долота подвергаются термической обработке. К примеру, твердость долот фирмы Huard составляет 48–50 HRC, фирмы Kverneland – 41–49 HRC, фирмы Gase – 50–52 HRC, Paraplaw – 51–52 HRC. Относительная износостойкость долот приведенных фирм соответственно составляет 2.6; 2.1; 3.0 и 2.7. Отдельные фирмы используют наплавку носков твердыми сплавами (рис. 2) по аналогии с носками плужных лемехов. Фирма Rabewerk использует материалы с более высоким качеством (Drielagenmaterial, Conit, Rabedur). Высокое качество долот демонстрирует норвежская фирма «Kverneland».



Рисунок 2 – Внешний вид оборотных долот с наплавленными почворезущими профилями

Анализ конструкционных материалов, используемых в последнее десятилетие предприятиями Республики Беларусь и другими государствами СНГ для изготовления деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин, свидетельствует о применении недорогих марок сталей, а также традиционных методов термообработки. Как правило для изготовления почворезущих деталей применяют конструкционные стали 40, 40Х, 45, Л53, 65Г и других марок, а в качестве упрочняющей технологии закалку и отпуск с использованием масел в качестве охлаждающей среды. Такие технологии обеспечивают изделиям механические свойства (твердость, прочность, ударную вязкость) недостаточные для эффективного использования деталей, работающих в абразивной среде.

Преимуществами используемых зарубежными фирмами материалов и технологий для производства сменных деталей плугов являются: низкое содержание дорогостоящих легирующих элементов; хорошая закаливаемость; детали обладают достаточной ударной вязкостью; простая и недорогая термообработка; малая чувствительность к появлению закалочных трещин и короблению; возможность закалки сразу послековки; хорошая комбинация ударной вязкости и прочности.

Традиционно применяемые отечественными предприятиями технологии упрочнения деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин достигли своего предела в получении требуемой конструкционной прочности и износостойкости и требуют эффективной замены. В настоящее усиленно разрабатываются новые способы термической обработки стальных изделий из низко- и среднеуглеродистых сталей, чему раньше уделяли мало внимания. На первый план ставится задача по использованию нелегированных сталей.

Специалистами кафедры технологий и организации технического сервиса БГАТУ осуществлялось упрочнение экспериментальных образцов долот конструкции фирм «Lemken» (рис. 3) и «Vogel & Noot» (рис. 4), изготовленных из среднеуглеродистых сталей с применением импульсной закалки.

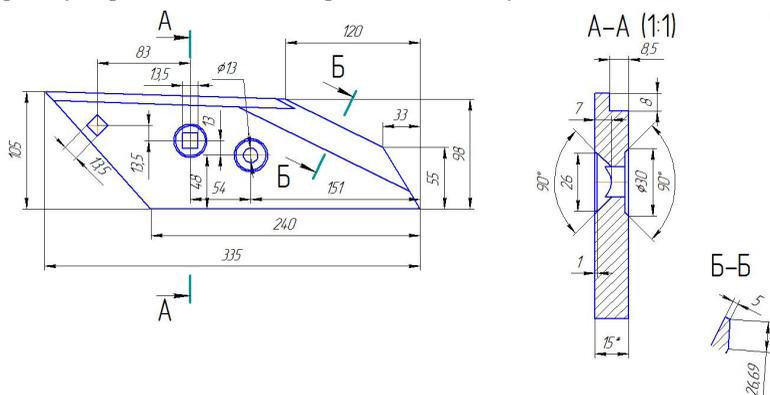


Рисунок 3 – Конструкция долота плуга «Lemken»

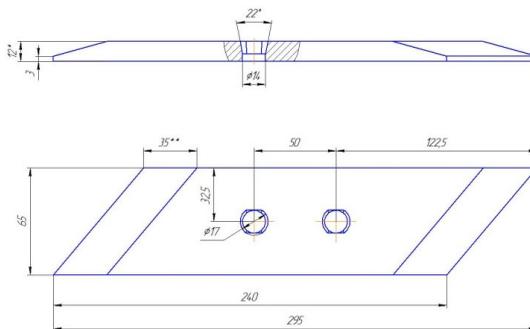


Рисунок 4 – Конструкция долота плуга «Vogel & Noot»

Первоначально экспериментальные работы по упрочнению долот выполнялись на базе технологического научно-производственного центра БГАТУ. Исследования проводились с использованием технологического модуля для импульсной закалки [3, 4, 5].

Для практической реализации технологии импульсной закалки в составе технологического модуля имеется закалочное устройство, которое предназначено для фиксации закаливаемого долота в процессе охлаждения потоком жидкости. Закалочное устройство разрабатывается для каждого типоразмера деталей индивидуально. Термообработка долот в закалочном устройстве соответствующей конструкции позволяет исключить их коробление и избежать последующей рихтовки. В качестве закалочной среды используется поток воды.

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

Общий вид закалочных устройств для импульсной закалки долот представлены на рис. 5 и 6.

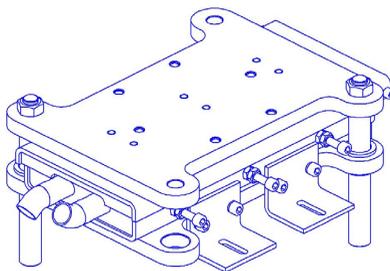


Рисунок 5 – Общий вид закалочного устройства долот плуга «Vogel & Noot»

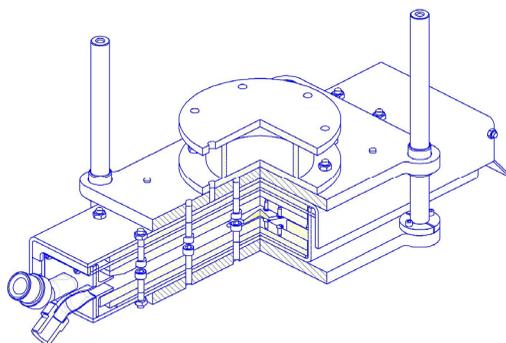
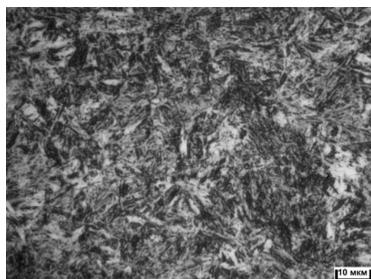


Рисунок 6 – Общий вид закалочного устройства долот плуга «Lemken»

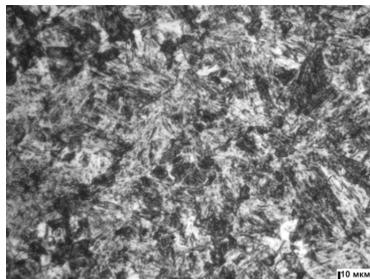
Для изготовления экспериментальных образцов долот плугов «Lemken» и «Vogel & Noot» использовались среднеуглеродистая конструкционная сталь 35. После объемного нагрева до температуры 850–860 °С в печи сопротивления СНО 4.12.3/11 с необходимой выдержкой для завершения процесса аустенитизации, экспериментальные образцы долот подвергались импульсной закалке с последующим низким отпуском.

Из полученных экспериментальных долот изготавливались отдельные образцы для проведения исследования структуры, определения твердости, прочности и ударной вязкости.

Исследованиями установлено, что микроструктура поверхностного слоя упрочненных долот плугов после закалки и отпуска представляет собой троостомартенсит (рис. 7а) с микротвердостью 5200–5600 МПа, в сердцевине – тростит (рис. 7б) с микротвердостью 4600 МПа. Наличие такой структуры является предпочтительным для деталей, работающих в условиях ударно-абразивного изнашивания. Упрочненным лемехам плугов обеспечивается требуемый для работы в условиях интенсивного абразивного изнашивания комплекс механических свойств – твердость HRC 52–54, ударная вязкость KCV – 69–70 Дж/см², прочность на уровне 1700 МПа.



а)



б)

Рисунок 7 – Микроструктура х500 упрочненного слоя (а) и сердцевины (б)

Анализ результатов исследования микроструктуры и механических свойств упрочненных импульсной закалкой долот показывает, что для их изготовления, при условии упрочнения применением импульсной закалки, может успешно применяться среднеуглеродистая конструкционная сталь 35. После термообработки по такой технологии в изделии образуются достаточно прочный поверхностный слой и вязкая сердцевина, что обеспечивает принципиально более высокий уровень механических свойств и служебных характеристик, чем получаемый после термообработки по стандартной технологии. Детали, изготовленные из стали 35 с упрочнением импульсной закалкой с последующим низким отпускком имеют троостомартенситную структуру и высокий уровень значений твердости, ударной вязкости и прочности, не уступающего по этим показателям уровню аналогичных деталей импортного производства и соответствуют критериям работоспособности оговоренными в ТКП 572-2015.

Технологический процесс изготовления с применением импульсной закалки долот «Lemken» и «Vogel & Noot» внедрен в ОАО «Минский агросервис». По результатам приемочных испытаний ресурс долот нового поколения в 2 раза выше по сравнению с изделиями, изготовленными по традиционной технологии и являются конкурентоспособными в сравнении с зарубежными аналогами.

Список использованных источников

1. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило [и др.] – Минск: БГАТУ, 2010. – 320 с.
2. Машиностроение: Энциклопедия: в 40т/т. IV-16; Сельскохозяйственные машины и оборудование./ Ред. – сост. И.П. Каневич; отв. Ред. М.М. Фирсов. – М. : Машиностроение, 2002. – 720 с.
3. Бетень, 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.
4. Инновационные технологии упрочнения деталей сельскохозяйственной техники / Н.В. Казаровец, Г.Ф. Бетень, 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.
5. Бетень, Г.Ф. Опыт упрочнения деталей из сталей пониженной прокаливаемости импульсным закалочным охлаждением жидкостью / Г.Ф. Бетень, Г.И. Анискович // Вестник БарГУ/ – 2013, вып. 1. – С. 152–159.
6. ГОСТ 8233-56. Сталь. Эталоны микроструктуры [Текст. – введ. 1957-07.01. – М.: Изд-во стандартов.1960. – 4 с].