

Список использованных источников

1. Машиностроение: Энциклопедия: в 40 т./т. IV-16; Сельскохозяйственные машины и оборудование./ Ред. – сост. И.П. Каневич; отв. ред. М.М. Фирсов. – М. : Машиностроение, 2002. – 720с.
2. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило [и др.] – Минск: БГАТУ, 2010. – 320с.
3. Андрияков Ю.М., Лопатин М.В. Квалиметрические аспекты управления качеством новой техники. Л. : ЛГУ, 1983.
4. Кочетов В.В. Оценка технического уровня машин и оборудования. 1981, № 3 // Стандарты и качество.
5. Фомин В.М. Автоматизация и система оценки технического уровня продукции. 1991, № 2 // Стандарты и качество.
6. Буклягин Д. С. Технический уровень сельскохозяйственной техники. М., 1993.
7. Шило И.Н., Дашков В.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства. Минск : БГАТУ, 2003.
8. Ерохин М.Н., Новиков В.С., Сабуркин Д.А. Выбор марки стали для лемеха плуга. 2008, № 1 // Тракторы и сельскохозяйственные машины.
9. Бескалеев С.А. Металловедческие аспекты в процессах разрушения металлических материалов при трении. 2009, т. 10 // Успехи физики металлов.

УДК 721.785

УПРОЧНЕНИЕ ЛЕМЕХОВ ИМПОРТНЫХ ПЛУГОВ ИМУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКОЙ

*Студент – Жолудь А.В., 33 тс, 4 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 лемехов плугов, результаты исследования микроструктуры и механических свойств упрочненных импульсной закалкой лемехов, изготовленных из среднеуглеродистых конструкционных сталей.

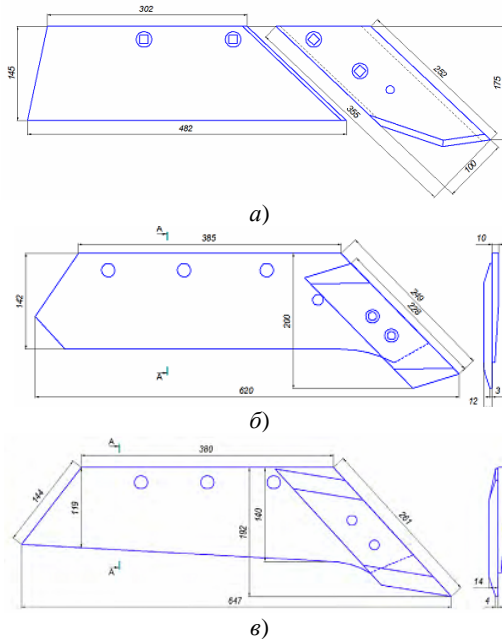
Ключевые слова: лемех, ресурс, упрочнение, импульсная закалка, микроструктура, твердость, прочность, ударная вязкость

В мире существует большое многообразие конструкций лемехов плугов. Условно конструкции лемеха можно разделить на три обобщенных вида по параметрам основы лемеха: долотообразный, прямой трапеции и косой трапеции.

Эти виды включают большое количество различий и разновидностей: цельный; с прямой, криволинейной, эвольвентой формой; с накладным или составным (приставным) долотом и др. Естественно, есть отличия в материалах лемехов, их толщинах, видах крепления к корпусу (башмаку) плуга, конструктивных параметрах долот, видах и параметрах заточки, режимах и условиях термообработки, методах упрочнения и т.п. [1].

К числу ведущих зарубежных производителей лемехов плугов относятся следующие известные европейские и американские фирмы: «Lemken», «Нимейер», «Оверум», «Венгуки», «Регент», «Рабе», «Хуард», «Еберхардт», «Дин и ВН», «Ландсберг», «Kverneland», «Кроне», «Vogel & Noot», «Unia», «Куп», «Джон Дир». Наиболее распространёнными в странах СНГ являются плуги фирм «Kverneland», «Lemken», «Vogel & noot», «Unia», «Куп».

Анализ современных конструкций лемехов показывает, что ведущие производители почвообрабатывающей техники выпускают лемехи, состоящие преимущественно из двух деталей: основы (лезвийной части) и долота (приставного или накладного). При этом лезвийная часть (основа) лемеха имеет эвольвентный профиль с переменным углом резания, долото также имеет не плоскую форму (рисунок 1).



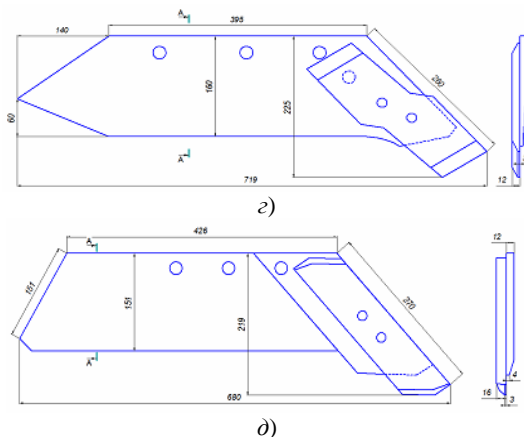


Рисунок 1 – Конструкции лемехов фирм-производителей плугов: германской «Lemken» (а); норвежской «Kverneland» (б); австрийской «Vogel & Noot» (в); французской «Kun» (г); польской «Unia» (д)

В процессе работы лемеха плугов подвергаются воздействию статических, циклических и ударных нагрузок, а также минеральных частиц почвы, вызывающих поломки и интенсивное изнашивание рабочей части деталей. Наибольшая величина износа у лемехов наблюдается по лезвийной и носковой рабочей части, воспринимающей наибольшие контактные нагрузки со стороны почвы. В связи с этим лемеха быстро выходят из строя, их наработка до предельного состояния значительно ниже нормативной.

Малые сроки службы почворезущих элементов рабочих органов плугов обусловлены многими факторами и, прежде всего, неудовлетворительным использованием новых материалов и прогрессивных технологий при их изготовлении. Проведенный анализ применяемых способов изготовления почворезущих элементов показывает, что удельный вес новых методов незначителен. Основными причинами, сдерживающими их применение, являются недостаточный объем разработанных технологических процессов и производства полнокомплектного оборудования и оснастки.

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, 40X, 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. Сведения о материалах, видах термической обработке и их механических свойствах приведены в таблице.

Таблица – Материалы, применяемые для изготовления деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин [2]

Марка стали	Вид термообработки	Механические свойства после термообработки		
		HRC	s_B , МПа	KCU, МДж/м ²
35	Локальная закалка лезвия ТВЧ иногда применяют нормализацию или улучшение	35,5–39,5	735	0,29
45	Закалка ТВЧ или объемная термообработка	41,5– 45,5	750	0,60
40X	Закалка ТВЧ или объемная термообработка	41,5–45,5	1200	0,49
Л53	Закалка ТВЧ или объемная термообработка	44,5–48,5	800	0,60
65Г	Объемная термообработка	39,5–43,5	800	0,55

За рубежом детали рабочих органов почвообрабатывающих машин преимущественно получают из более прочных борсодержащих мало- и среднеуглеродистых сталей с добавками молибдена, титана и др. элементов. Применение таких сталей и специальных способов термической обработки позволило достичь повышенных эксплуатационных свойств. Детали упрочняются до твердости 48–52 HRC, прочность превышает 1200 МПа, ударная вязкость составляет 0,80–0,85 МДж/м². Аналогами им в СНГ являются стали 30ГР, 40ГР, 30Г2Р и др.

Детали из мало- и среднеуглеродистых марганцовистых сталей микролегированных бором по всему сечению имеют одинаковую микроструктуру, характеризующуюся троостомартенситным строением (рисунок 2).

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.

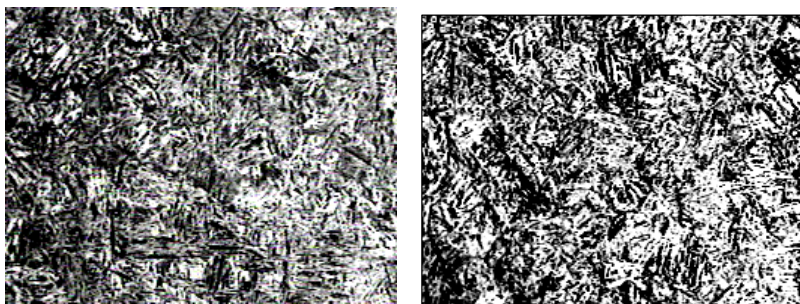


Рисунок 2 – Микроструктура закалённой бористой стали – троостомартенсит игольчатого строения: а) твёрдостью 48–52 HRC, б) твердостью 51–52HRC

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 время 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 лемехов конструкции фирм «Lemken» и «Vogel & Noot», изготовленных из среднеуглеродистых сталей с применением импульсной закалки.

Первоначально экспериментальные работы по упрочнению сменных деталей плугов 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 лемеха в процессе охлаждения потоком жидкости. Закалочное устройство разрабатывается для каждого типоразмера деталей индивидуально. Термообработка лемехов 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 лемехов других конструкций и размеров, что в свою очередь обеспечивает гибкость и экономичность производства.

Принципиальная схема закалочного устройства для импульсной закалки представлена на рисунке 3.

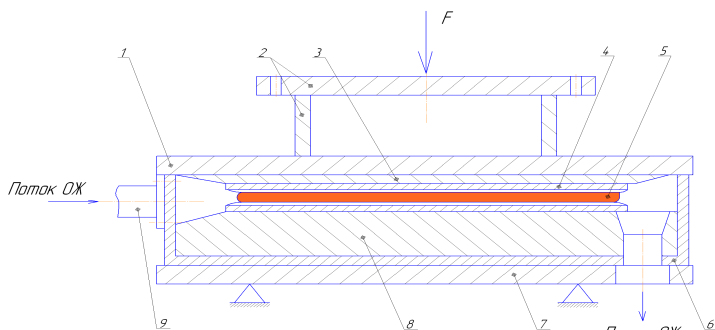


Рисунок 3 – Принципиальная схема закалочного устройства для упрочнения лемехов плугов импульсной закалкой: 1 – плита верхняя; 2 – фланец; 3 – вставка верхняя; 4 – пуансон; 5 – заготовка; 6 – каркас; 7 – плита нижняя; 8 – вставка нижняя; 9 – коллектор подвода охлаждающей жидкости.

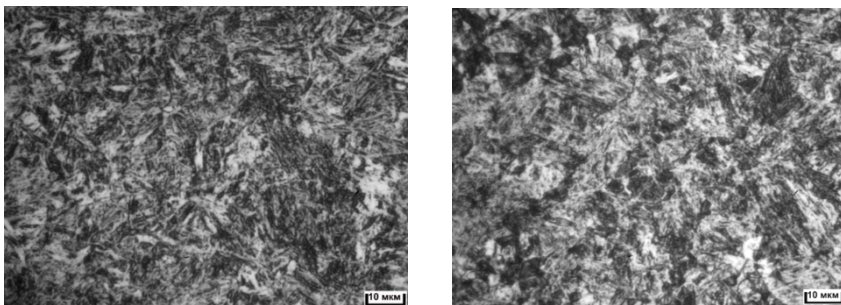
Для изготовления экспериментальных образцов лемехов плугов «Lemken» и «Vogel & Noot» использовались среднеуглеродистая конструкционная сталь 35. После объемного нагрева до температуры 850–860 °С в печи сопротивления СНО 4.12.3/11 с необходимой выдержкой для завершения процесса аустенитизации, экспериментальные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

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

Исследованиями установлено, что микроструктура упрочненного слоя лемехов плугов после закалки и отпуска представляет собой троостомартенсит (рис. 4а) с микротвердостью 5200–5600 МПа, в сердцевине – тростит (рис. 4б) 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 50–54, ударная вязкость KCV – 69–70 Дж/см², прочность на уровне 1700 МПа.

Анализ результатов исследования микроструктуры и механических свойств упрочненных импульсной закалкой лемехов 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.



а)

б)

Рисунок 4 – Микроструктура x500 упрочненного слоя (*а*) и сердцевины (*б*)

Технологический процесс изготовления с применением импульсной закалки лемехов «Lemken» и «Vogel & Noot» внедрен в ОАО «Минский агросервис». По результатам приемочных испытаний ресурс лемехов 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. – 320с.
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. – 720с.
3. 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.
4. 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.

5. Бегеня, Г.Ф. Опыт упрочнения деталей из сталей пониженной прокаливаемости импульсным закалочным охлаждением жидкостью/ Г.Ф. Бегеня, 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. – 4с.

УДК 621.891

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕСКОНТАКТНОЙ ТЕРМОМЕТРИИ МАШИН

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

руководитель – Сай А.С., к.т.н., доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Рассмотрены методы оптической пирометрии действительных температур по собственному излучению объектов диагностирования машин.

Ключевые слова. Термодиагностирование, излучение, тепловой поток, спектральная плотность, пирометр, распределение потока излучения.

Введение. Бесконтактное термодиагностирование реальных объектов основано на анализе параметров теплового потока от объекта, отличающегося по своим спектральным и энергетическим характеристикам от излучения абсолютно черного тела, спектральную плотность которого можно определить по формулам Планка, Вина или Релея–Джинса.

Непосредственная задача прибора, измеряющего температуру объекта по излучению, – измерение параметров потока излучения, испускаемого объектом. К ним относятся абсолютное значение и спектральное распределение потока излучения.

Абсолютное значение потока излучения Φ , воспринимаемое пирометром, определяется оптическими параметрами системы: коэффициентом использования потока от объекта A_r и коэффициентом спектрального пропускания системы τ_λ . Таким образом,

$$\Phi = A_r \int_0^\infty r(\lambda, T) \tau_\lambda d_\lambda. \quad (1)$$

Если плотность энергии излучения $r(\lambda, T)$ задана формулой Планка, то интеграл в правой части (1) аналитически не вычисляется, и его определение возможно только графическим путем или с помощью таблиц и номограмм.