

УДК 621.89:621.762:621.822

**С.М. Волощенко, К.А. Гогаев, А.М. Миропольский, М.Г. Аскеров,
В.В. Непомнящий**

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕЙНИТНОГО ЧУГУНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СМЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГРУНТООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Приведены результаты натурных (полевых) испытаний опытных образцов литых лемехов из бейнитного чугуна. Исследовано влияние режимов термообработки на триботехнические свойства высокопрочного чугуна.

Ключевые слова: литые лемеха, высокопрочный бейнитный чугун, триботехнические свойства.

Введение

Сравнительный анализ украинских и зарубежных почвообрабатывающих сельхозмашин показывает, что последние по качеству изготовления значительно превосходят отечественные. Основным недостатком это низкая стойкость рабочих органов против износа. К примеру, качество и производительность плужной вспашки в первую очередь зависит от работы лемеха. Современные украинские лемеха имеют низкое качество изготовления, кроме того металл не всегда отвечает требованиям стандартов, что приводит к повышенному их износу. Вследствие этого, несмотря на значительное (с 30 млн. га до 18 млн. га) уменьшение обрабатываемых площадей, ежегодно увеличивается потребляемое количество сменных деталей (700 – 750 тыс.шт. лап культиваторов, до миллиона лемехов, 600 – 650 тыс.шт. дисков), кроме того теряется из-за отсутствия утилизации тысячи тонн дорогой легированной стали.

При производстве лемехов до 40 % лемешной стали идет в отходы при вырубке, а для увеличения износостойкости наплавляют лишь 40 % лемехов, при этом средняя наработка с наплавкой на единицу составляет 35 – 40 га, а без наплавки менее 20 га, что не может быть приемлемым. тем более, что розничная стоимость лемеха с наплавкой составляла в 2009 году 120 – 135 грн. Лучшие образцы лемехов зарубежных фирм без носовой насадки (долота) работают 80 – 100 га, а отечественные 20 – 40 га. Кроме того, само производство лемехов в Украине ежегодно падает, а снабжение данной продукции из-за границы растет (по данным УкрЦИТ в 2006 году закуплено всего 3000 шт. лемехов отечественного производства). Аналогичная картина имеет место и для других сменных деталей почвообрабатывающей техники (лапы культиваторов, диски плугов и т.п.).

На рынке Украины за последние 7 лет появилось значительное количество импортной грунтообрабатывающей сельхозтехники, требующей соответствующих сменных деталей (лемеха плугов, лапы культиваторов и

т.п.). Сменные детали импортного производства не подходят к навесному оборудованию отечественно производства, в том числе произведенных в России и Белоруссии. Таким образом, повышение ресурса сменных деталей для грунтообрабатывающей техники является весьма актуальным. Тем более, что стоимость деталей зарубежного производства в 5 – 8 раз превосходит стоимость деталей, произведенных в Украине. В Институте проблем материаловедения НАНУ проведены работы по созданию технологии изготовления литых лемехов из высокопрочного бейнитного чугуна, обладающих ресурсом, сравнимым с ресурсом лучших зарубежных образцов.

Цель работы

Целью настоящих исследований – разработка технологии изготовления литых лемехов из высокопрочного бейнитного чугуна с повышенным ресурсом эксплуатации.

Основная часть

Были проведены лабораторные триботехнические испытания образцов вырезанных из клиновидных проб высокопрочного чугуна базового состава: – С – 3,1 – 3,4 %; Mn – 0,2 – 0,3 %; Si – 1,9 – 2,1 %; S ≤ 0,02 %; P < 0,2 %; Mo – 0,2 – 0,4 %; Ni – 0,4 – 0,6 %; Cu – 0,3 – 0,4 %. После модифицирования модификаторами типа ЖКМК4Р химический состав чугуна был следующим: углерод 3,1 – 3,3% ; кремний 2,7 – 3,2 %; молибден 0,2 – 0,3 %; никель 0,4 – 0,5% ; медь 0,3 – 0,4%; магний 0,030 – 0,35 %; сера 0,01 %.

Лабораторные испытания износостойкости опытных образцов проводились по специально разработанной методике [1] на установке, которая позволяет использовать разные абразивные среды, моделируя износ лемехов при пахотных работах в грунтах разного типа. Установка представляла собой закрытый объем с абразивом. В закрытый объем установки помещался держатель образцов с двумя образцами размерами 10x10x20 мм. Вращение образцов осуществлялось со скоростью 3 м/сек электродвигателем, что отвечает скорости движения трактора при пахотных работах 10 км/час.

В качестве абразивных сред использовался влажный и сухой овражный песок, чернозем малогумусный и глинистая почва обычной влажности (10 %). В качестве репера выбраны данные по потере веса в аналогичных условиях образца, вырезанного из серийного стального лемеха. Потери веса последнего составляли: для влажного чернозема – 2,52 мг/км ; глинистый грунт увлажненный – 74,2 мг/км; овражный песок увлажненный – 140,4 мг/км и для сухого овражного песка – 309,4 мг/км. На рисунке 1 представлены данные по потере веса у образцов из высокопрочного чугуна

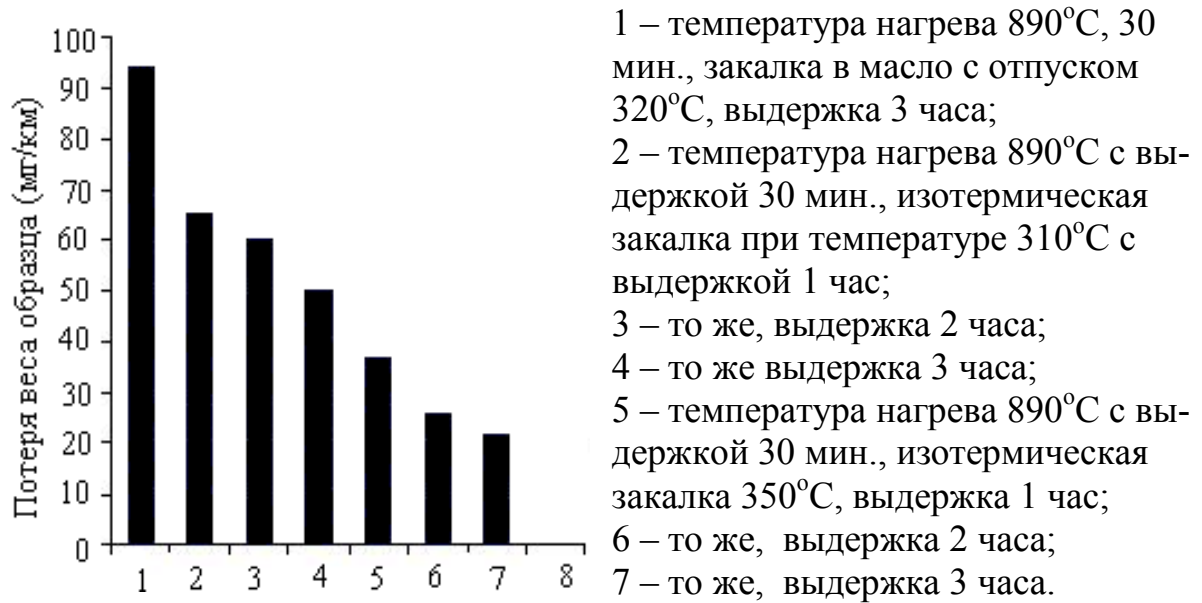


Рисунок 1– Результаты триботехнических испытаний образцов ВЧ в сухом овражном песке после различных видов термообработки:

Таким образом, минимальная потеря веса наблюдается при изотермической закалке при температуре 350°C с выдержкой 3 часа и составляет 21,5 мг/ксм. После выдержки 2 часа потеря веса составляет 26 мг/ксм. Для сравнения потеря веса образца из серийного стального лемеха составляет при равных условиях (сухой овражный песок) 309,4 мг/ксм т.е. более чем на порядок больше. На рисунке 2 приведены данные по потере веса образцов при износе в глинистой почве (естественное природное увлажнение) и в песке овражном увлажненном (обозначения соответствуют рис.1).

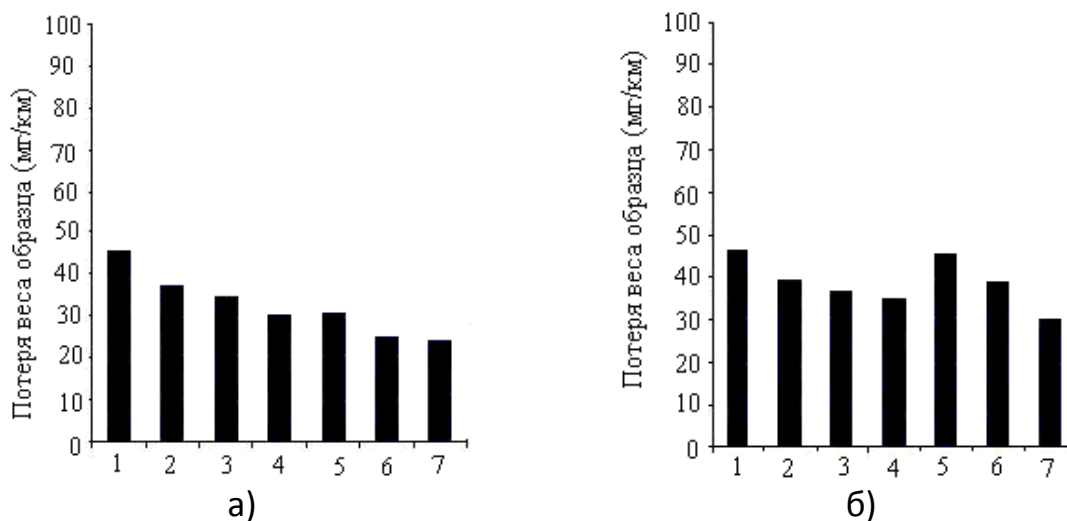


Рисунок 2 - Результаты триботехнических испытаний образцов ВЧ в глинистой почве (естественное природное увлажнение) и в песке овражном увлажненном.

Потеря веса в глинистой почве образцов после изотермической закалки при температуре 350°C при выдержке 2 и 3 часа практически одинакова (24 – 25 мг/км). Во влажном овражном песке потеря веса после изотермической закалки при 310 и 350°C при выдержке 3 часа сопоставима – 34 и 30 мг/км. В сравнении с базовым образцом из стального лемеха разница составляет 49,2 – 50,2 мг/км и 106,2 – 110,2 мг/км соответственно, т.е. износостойкость изотермически закаленных образцов примерно в три раза выше при работе в глинистой почве и в более чем в четыре раза выше при работе во влажной песчаной почве.

На рисунке 3 приведена гистограмма, показывающая потерю веса образцов из высокопрочного чугуна после различных видов термообработки при работе в легком черноземе (1,06 – 1,62 МПа).

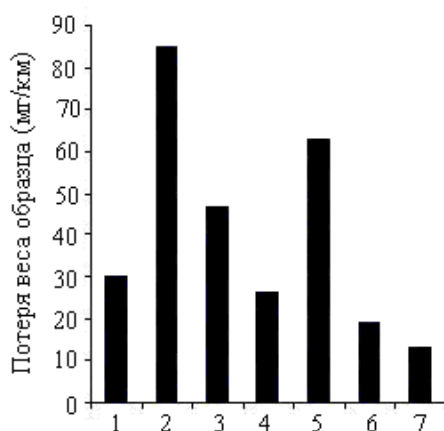


Рисунок 3 – Потеря веса образцов из ВЧ после различных видов ТО при трении в черноземе.(обозначения соответствуют рис.1).

Потеря веса образцов после изотермической закалки при 350°C в течение 3-х часов составляет 1,1 мг/км (материал серийного лемеха 2,54 мг/км) т.е. в 2,29 раза выше.

На основании лабораторных исследований были выбраны основные технологические режимы для изготовления опытных образцов лемехов для натуральных полевых испытаний при пахотных работах. Температура под закалку $890 - 900^{\circ}\text{C}$ с выдержкой 0,5 – 1 час. и последующей изотермической закалкой при $300 - 350^{\circ}\text{C}$ в течение 2 – 3 часа.

Были отлиты 2 группы лемехов с общим ребром жесткости и с ребром только в носке (рисунок 4).

Опытные лемеха были подвергнуты термообработке по двум режимам: нагрев под закалку до температуры 900°C с выдержкой 70 мин. и изотермической закалкой при 300°C и 350°C . При этом выдержка при температуре 300°C составляла 150 мин., а при 350°C – 120 мин. Условия термообработки были выбраны на основании результатов лабораторных исследований, ранее проведенных исследований и испытаний [2, 3], а также условиями и возможностями базового предприятия.



Рисунок 4 – Лемехи с различной конфигурацией ребра жесткости.

Загрузки деталей используются специальные загрузочные корзины, в которых возможно размещение лемехов на ребро, при этом устраняется опасность коробления или поводки лемеха.

Лемехи, прошедшие термообработку, взвешивались и проверялись на твердость металла. В таблице 1 приведены характеристики лемехов после ТО.

Таблица 1 – Весовые параметры и твердость лемехов для натуральных испытаний

Маркировка лемеха	Масса лемеха, кг	Конструктивные особенности	Режим ТО	Твердость после ТО, НВ
11	4,130	Ребро жесткости вдоль всего лемеха	$T_{\text{зак.}} 900^{\circ}\text{C} - 70 \text{ мин.};$ изотерм. закалка $350^{\circ}\text{C} - 120 \text{ мин}$	380-390
12	4,270	- « -	- « -	380-390
13	4,250	Ребро жесткости в носке лемеха	- « -	- « -
14	4,100	- « -	- « -	- « -
21	4,350	Ребро жесткости вдоль всего лемеха	$T_{\text{зак.}} 900^{\circ}\text{C} - 70 \text{ мин.};$ изотерм. закалка $300^{\circ}\text{C} - 150 \text{ мин.}$	410-415
22	4,350	- « -	- « -	- « -
23	4,450	Ребро жесткости в носке лемеха	- « -	- « -
24	4,150	- « -	- « -	- « -

Износ лемехов определялся по потере веса, а также по изменению профиля лезвия. В таблице 2 приведены данные по динамике потери веса опытных лемехов в сравнении с серийными, которые устанавливались в паре с литыми

Таблица 2 – Потеря веса лемехов в зависимости от наработки¹

Лемеха, материал №	Масса до начала испытаний, г	Масса после испытаний, г	Износ по массе		Наработка лемеха в га	Относительный износ на 1 га в г
			г	%		
11	4130	3480	650	15,74	82	7,9
12	4270	3510	760	17,8	80	9,5
13	4250	3635	615	14,47	75	8,2
14	4100	3433	667	16,27	75	8,9
21	4350	3598	752	17,29	80	9,4
24	4150	3562	588	14,17	60	9,8
серийный	4540	2855	1685	37,11	54	31,2
серийный	4480	2911	1569	35,02	59	26,6
серийный	4570	3213	1357	29,69	59	23

¹ - грунт – чернозем малогумусный.

Проведенные предварительные испытания лемехов двух конструктивных вариантов не выявили существенных отличий в их работоспособности и в дальнейшем с учетом рекомендаций специалистов кафедры сельскохозяйственных машин НУБиП Украины испытывались литые лемеха с усиленным носком. Испытания проводились в 2009 – 2010 годах.

Полевые испытания литых лемехов проводились в различных хозяйствах Киевской и Черкасской областях (Городыщенский, Ставыщенский и Васильковский районы). Лемехи испытывались в паре с серийными стальными с наплавкой. За период пахотных работ в 2009-2010 годах в Ставыщенском районе в ТОВ «Журавлинское» на плугах ПН-5-35 в агрегате с трактором Т-150К на тяжелых грунтах-черноземах наработка на один литой лемех составила 99 га, в ЧП «Церера-Агро-Транс» на плуге ПЛН-8-35 в агрегате с трактором К-701 наработка при пахотных работах на супесчаных грунтах составила 82 га. При этом литые лемеха сохранили ресурс для работы в 2011 году. Показательным является то, что первый лемех на плуге ПЛН-8-35 ставился серийный стальной. Наработка стального лемеха с наплавкой составляла всего 18 – 21 га. Позитивным моментом при работе литых лемехов помимо значительного увеличения ресурса является большая жесткость их конструкции (в стальных лемехах иногда наблюдается загиб носка, особенно в твердых грунтах). Разработанная технология представляет возможность распространить ее с соответствующей корректировкой и для других сменных деталей грунтообрабатывающей сельхозтехники. Затраты на производство литых деталей сопоставима с затратами на изготовление стальных. Данная технология также позволяет изготавливать запчасти и для импортных агрегатов.

Выводы

Таким образом, разработанная технология изготовления литых деталей для почвообрабатывающей сельхозтехники на примере лемехов позволяет значительно повысить их ресурс эксплуатации при стоимости в 5 – 8 раз ниже стоимости сменных деталей зарубежных производителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волощенко С.М. Дослідження властивостей високоміцного чавуну для лемешів в залежності від хімічного складу та режимів термічної обробки. / С.М. Волощенко, К.О. Гогаєв, О.К. Радченко, М.Г. Аскеров // Темат. зб. наукових праць «Вісник Донецької державної машинобудівної академії» №1 (11) – Краматорськ, 2008. – С.56-61.
2. Волощенко С.М. Изучение возможности и перспективы использования бейнитного чугуна при изготовлении лемехов по результатам полевых испытаний. / С.М. Волощенко, А.С. Волощенко, А.И. Виноградский // Процессы литья. – 2007, №4. – С.64-71.
3. Волощенко М.В. Молотки из бейнитного высокопрочного чугуна для помола абразивных материалов. / М.В. Волощенко, А.П. Пшениный, И.А. Сычевский, С.М. Волощенко // Тез. докл. Всеукраинской конф. "Повышение физико-механических и служебных свойств чугунов в отливках путем их легирования, модифицирования, термической и высокоэнергетической обработки". - Киев: ИПЛ НАН Украины. - 1995. – С.40-41.

Надійшла до редакції 14.05.2011

Рецензент д.т.н., проф. О.М. Смірнов

**© Волощенко С.М., Гогаєв К.А., Миропольский А.М.,
Аскеров М.Г., Непомнящий В.В.**

УДК 669.711

В.А. Попов, Н.А. Маняк, В.Н. Бредихин

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Рассмотрены организационные и технологические аспекты, влияющие на производство алюминиевых литейных, деформируемых сплавов из первичного и вторичного алюминиевого сырья. Представлены плавильные агрегаты, их технические и экономические характеристики и возможные пути их использования для различных алюминиевых сплавов, а также схемы оборота шихтовых материалов при различных видах производства.

Ключевые слова: сплав, литейный, деформируемый, вторичный, печь, схема, оборот металла.