

## Литература и источники

1. Четкарев В. А. и др. Анализ и оптимизация технологий упрочнения металлопродукции методом ВТМО. — Ижевск: ИПМ УрО РАН, 1996.

2. Дементьев В. Б. и др. Ресурсосберегающая технология изготовления толстостенных трубчатых деталей // Вестник Удмуртского университета. — 1997, № 7.

3. Ериклинцев В. В. и др. Статистический контроль качества при производстве труб. — М.: Металлургия, 1987.

4. Клемперт Е. Д. Учет разнотолщинности труб для сокращения потерь металла // Сталь. — 2004, № 4.

5. Столетний М. Ф., Клемперт Е. Д. Точность труб. — М.: Металлургия, 1975.

6. Рыжов Э. В. Оптимизация процессов обработки деталей по качественным и эксплуатационным показателям // В кн.: Автоматизация процессов точной отделочной обработки и транспортно-складских операций в машиностроении. — М.: Наука, 1979.

7. Дементьев В. Б. и др. Оценка точности геометрических размеров труб с ВТМО // Известия вузов. Черная металлургия. — 1990, № 9.

8. Засыпкин А. Д., Дементьев В. Б. Изменение зазора между калибром и оправкой при винтовом обжатии // Известия вузов. Черная металлургия. — 2001, № 1.

9. Засыпкин А. Д., Дементьев В. Б. Снижение разностенности трубных заготовок винтовым обжатием в процессе ВТМО // Известия вузов. Черная металлургия. — 2000, № 3.

10. Засыпкин А. Д., Дементьев В. Б. Определение величины обезуглероженного слоя при ВТМО трубных заготовок // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2001, № 8.

11. Засыпкин А. Д., Дементьев В. Б. Новые методы повышения качества поверхности цилиндрических заготовок. — Ижевск: ИПМ УрО РАН, 1997.

12. Засыпкин А. Д. и др. Расчет осевой силы, действующей на оправку при винтовом обжатии труб // Известия вузов. Черная металлургия. — 2002, № 9.

13. Шаврин О. И. и др. Применение полых профилей для пальцев траков гусениц // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 1999, № 8.

УДК 631.3.02-048.36

## Технологическая эффективность наплавочного армирования носка плужного лемеха при вспашке тяжелых суглинистых почв

Д-р техн. наук А. М. МИХАЛЬЧЕНКОВ (ГОСНИТИ, mihalchenkov@yandex.ru),

канд.-ты техн. наук А. А. ТЮРЕВА, Н. Ю. КОЖУХОВА, канд. с.-х. наук Г. В. ОРЕХОВА (Брянский ГАУ)

**Аннотация.** Рассмотрен вопрос целесообразности использования различных вариантов наплавочного армирования с точки зрения технологической эффективности. Проведены экспериментальные исследования цельнометаллических лемехов в состоянии поставки и лемехов после наплавочного армирования носка.

**Ключевые слова:** технологическая эффективность, наплавочное армирование, плужный лемех, суглинистые почвы, ресурс, прочность, износ, восстановление.

## Technological efficiency of welding reinforcement of ploughshare point in tillage of heavy loam soils

A. M. MIKHALCHENKOV (All-Russian Research Institute of Repair and Maintenance of Machine and Tractor Fleet, mihalchenkov@yandex.ru), A. A. TYUREVA, N. Yu. KOZHUKHOVA, G. V. OREKHOVA (Bryansk State Agrarian University)

**Summary.** The article considers the question of practicability for use of different variations of welding reinforcement in terms of technological efficiency. Solid-metal ploughshares in the as-received state and ones after welding reinforcement of their points have been experimentally investigated.

**Keywords:** technological efficiency, welding reinforcement, ploughshare, loam soils, working life, strength, wear, recovery.

При упрочнении и восстановлении деталей рабочих органов почвообрабатывающей техники методами наплавочного армирования [1] возникает необходимость рассмотрения целесообразности использования его вариантов с точки зрения технологической эффективности применительно к различным типам почв.

Как правило, оценка технологий, позволяющих повысить ресурс упрочненных и восстановленных изделий, сводится к определению их результативности по экономическим критериям [2]. Между тем оценка технологической эффективности используемых методов повышения

долговечности в большинстве случаев не проводится либо дается в урезанном варианте, что отрицательно сказывается на выборе оптимального процесса изготовления или ремонта конструктивных элементов [3, 4] с точки зрения их работоспособности.

В качестве критериев, характеризующих технологическую эффективность различных вариантов наплавочного армирования деталей отечественного производства (на примере цельнометаллических плужных лемехов) следует принять три фактора:

1) ресурс, оцениваемый количеством земли в гектарах, вспаханной

лемехом до утраты работоспособности; при этом необходимо учитывать, что предельное состояние лемеха определяется исключительно износами от абразивного воздействия почвенной среды (износ заглавливающей части до 45 мм, лучевидный износ с остаточной толщиной стенки не менее 2 мм и образование трапециевидного профиля [5]);

2) прочность армированного носка, определяемая вероятностью появления трещин, изломов и изгибов;

3) возможность восстановления служебных свойств предварительно упрочненного лемеха после их утраты.

Испытаниям подверглись цельнометаллические лемехи в состоянии поставки и лемехи после наплавочного армирования носка [6]. Наплавочное армирование проводилось в двух вариантах: нанесением подковообразных валиков и валиков, расположенных перпендикулярно полевому обрезу. Для наплавки использовались электроды УОНИИ-13/45 и Т-590, причем наплавленный металл существенно различался по твердости. Твердость металла, полученного наплавкой электродом УОНИИ-13/45, не превышала 30 HRC, тогда как твердость слоя, нанесенного электродом Т-590, составляла до 56–60 HRC.

Испытания проводились при вспашке тяжелых суглинистых почв юго-западного региона России и предполагали визуальное наблюдение за геометрией рабочей поверхности носка и контроль его толщины с целью оценки технологической эффективности. Всего контролировалось пять групп деталей по шесть лемехов в каждой. Лезвийная часть была упрочнена с тыльной стороны слоем сормайта.

У лемеха в состоянии поставки после наработки 3 га существенного

износа не наблюдается, в то же время отчетливо просматривается проявление эффекта самозатачивания (затемненная часть лезвия, рис. 1, а), что указывает на начало изнашивания.

В процессе проведения испытаний замечена не описанная ранее в известной литературе специфика утраты размеров заглубляющей части, требующая дополнительного рассмотрения. После полного истирания острия носка по толщине, вследствие наличия твердого сплава с тыльной стороны, образуется истончившаяся часть (рис. 1, б), которая под действием давления почвы скалывается (рис. 1, в). Причем такое скалывание происходит периодически после определенной наработки (рис. 1, г, д). При полном истирании объема металла со слоем сормайта с тыльной стороны наблюдается износ заглубляющей области носка в его классическом виде (скругление, рис. 1, е).

Как показали наблюдения, лемех без дополнительных упрочняющих воздействий достигал предельного состояния, обусловленного износом по толщине, при наработке около 21 га, когда его остаточная толщина

не превышала 5 мм (см. рис. 1, д). В связи с сохранением нормированных параметров геометрии детали ее эксплуатация была продолжена до образования ярко выраженного лучевидного износа и износа носка около 46 мм, сопровождавшегося образованием трапецевидной формы (см. рис. 1, е). При этом разрушения носка не были замечены. Данными экспериментами показана возможность использования при вспашке тяжелых суглинков лемехов меньшей толщины, чем оговорено в технических условиях. Даже наличие некоторого количества камней в почве в этом случае не приводит к изгибам и изломам области носка.

Учитывая, что износ при наработке 24 га составляет 6 мм (остаточная толщина менее 4 мм) и распространяется вне области носка, лемехи заводского исполнения не могут быть использованы для восстановления по известным технологиям из-за недопустимо малой толщины.

Рассмотрим процесс изнашивания лемехов в состоянии поставки, упрочненных наплавкой армирующих валиков электродом УОНИИ-13/45.

Предельное состояние данных деталей наступало в результате затупления носка с образованием трапецевидной формы (рис. 2, ж; 3, е). После исчерпания ресурса лемехов остаточная толщина укладывалась в нормированные размеры и превышала 7 мм, поэтому они были пригодны для эксплуатации и восстановления по данному признаку. Кроме того, в результате испытаний установлено, что у армированных подковообразными валиками предельно изношенных лемехов отсутствует заметный лучевидный износ, а их ресурс составляет около 28 га, что на 16 % превышает ресурс деталей заводского исполнения. Аналогичный эффект наблюдается и у лемехов с валиками, перпендикулярными полевому обрезу, однако их наработка несколько ниже и составляет 26 га (см. рис. 3, е).

Определенный интерес представляет механика изнашивания армирующих валиков. Истирание происходит по внешней лобовой поверхности, т. е. по передней поверхности контактирования (см. рис. 2, а — валик 4; б — валик 6; рис. 3, б — валики 2 и 3; в — валики 5 и 6; нумерация валиков идет от острия заглубляющей области). Причем изнашива-

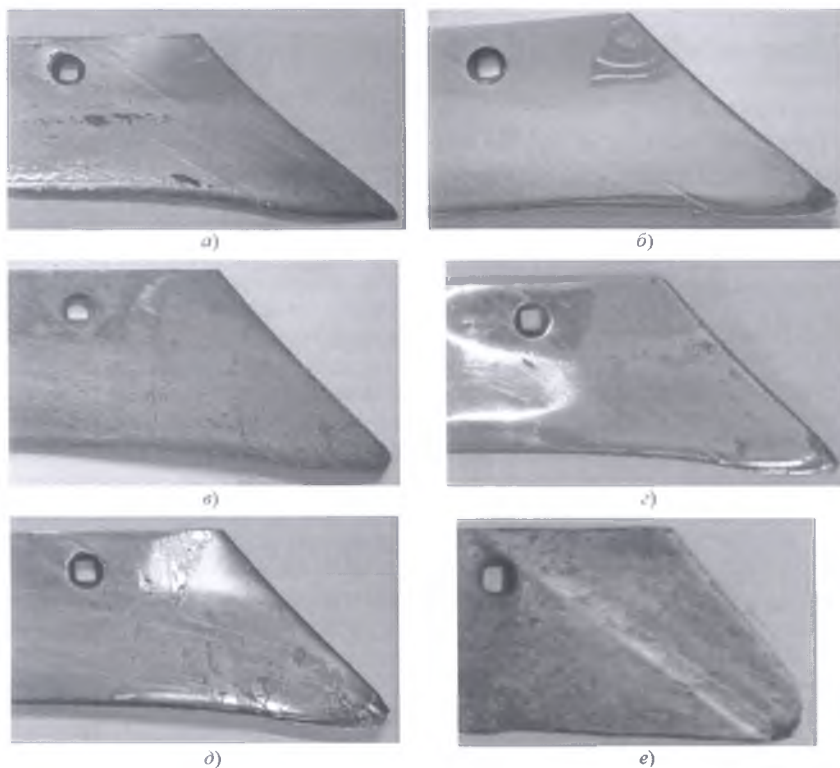


Рис. 1. Изменение геометрии носка лемеха в состоянии поставки без армирования при наработке:

а — 3 га; б — 10,5 га; в — 13 га; г — 18,5 га; д — 21 га; е — 24 га

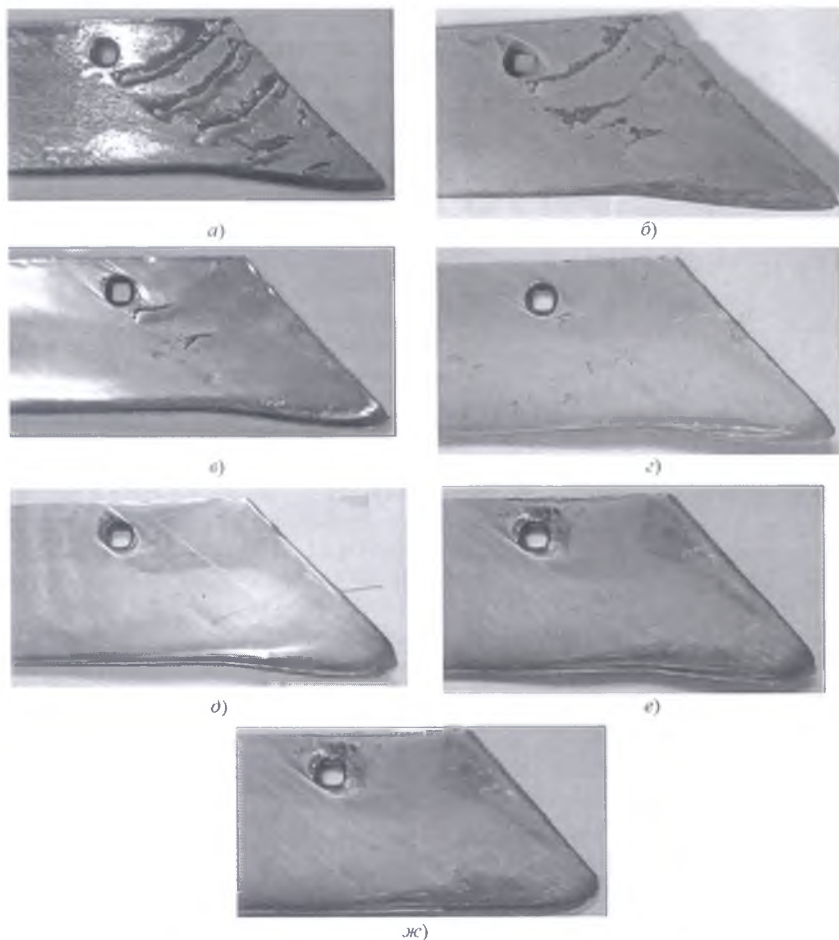


Рис. 2. Изменение геометрии носка лемеха, упрочненного валиками подковообразной формы (электрод УОНИИ-13/45), при наработке:

а — 3,5 га; б — 6,8 га; в — 11 га; г — 15 га; д — 20 га; е — 24 га; ж — 28 га

ние валиков, расположенных в непосредственной близости от острия, происходит более интенсивно, чем в верхней области. Так, при небольшой наработке (около 3,5 га), как

следует из рис. 2, а и 3, а, верхние валики фактически не претерпевают изнашивания. Подобный характер изнашивания обусловлен перепадом давления почвы от макси-

мального в нижней части носка до минимального в верхней.

После вспашки 14–16 га валики истираются полностью, оставляя "следы" (см. рис. 2, г, д; 3, г, д).

Таким образом, установлено, что армирование препятствует истиранию по толщине и образованию лучевидного износа.

Необходимо остановиться на вопросе влияния валиков на процесс изнашивания. Армирование препятствует истиранию лезвийной и заглубляющей частей с сохранением заточки вследствие проявления эффекта образования псевдосжиженного слоя абразива в зоне армирования [1]. Проявление истончения упрочненной заглубляющей области наблюдается после наработки более 15 га (см. рис. 2, г; 3, г) и не так ярко выражено, как у лемехов в состоянии поставки. Поэтому износ имеет закругленную форму, периодические обломы отсутствуют.

Все лемехи, упрочненные навариванием валиков электродами из малоуглеродистой стали, как следует из рисунков, пригодны к дальнейшему восстановлению путем оттяжки запаса металла ("магазина"), расположенного с тыльной стороны, ввиду отсутствия лучевидного износа. Возможны и другие методы возобновления их ресурса, например приваривание термоупрочненного долота [7].

Технологическая особенность такого метода увеличения ресурса заключается в периодической наплавке новых валиков взамен истертых, что позволяет значительно увели-

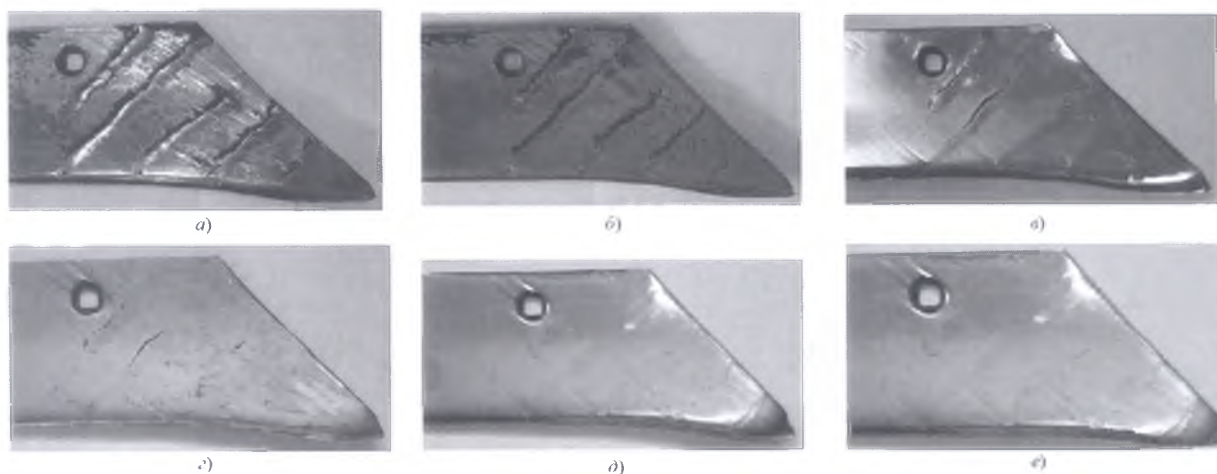


Рис. 3. Изменение геометрии носка лемеха, упрочненного валиками, перпендикулярными полевому обрезу (электрод УОНИИ-13/45), при наработке:

а — 3,5 га; б — 6,8 га; в — 11 га; г — 15 га; д — 20 га; е — 26 га

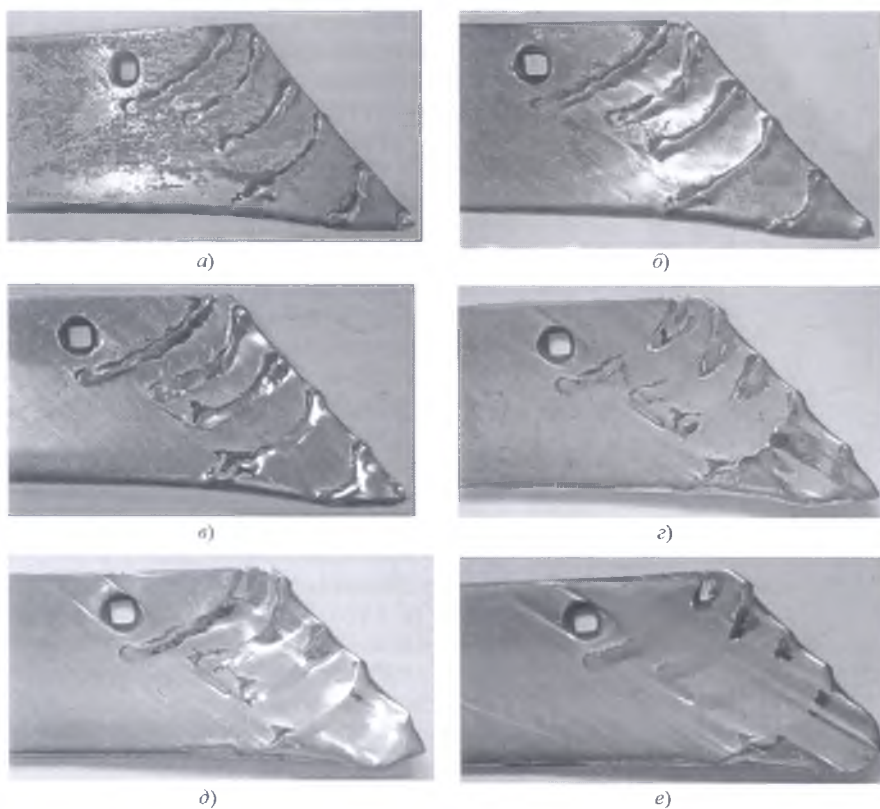


Рис. 4. Изменение геометрии носка лемеха, упрочненного валиками подковообразной формы (электрод Т-590), при наработке:

а — 3,5 га; б — 6,8 га; в — 11 га; г — 15 га; д — 20 га; е — 24 га

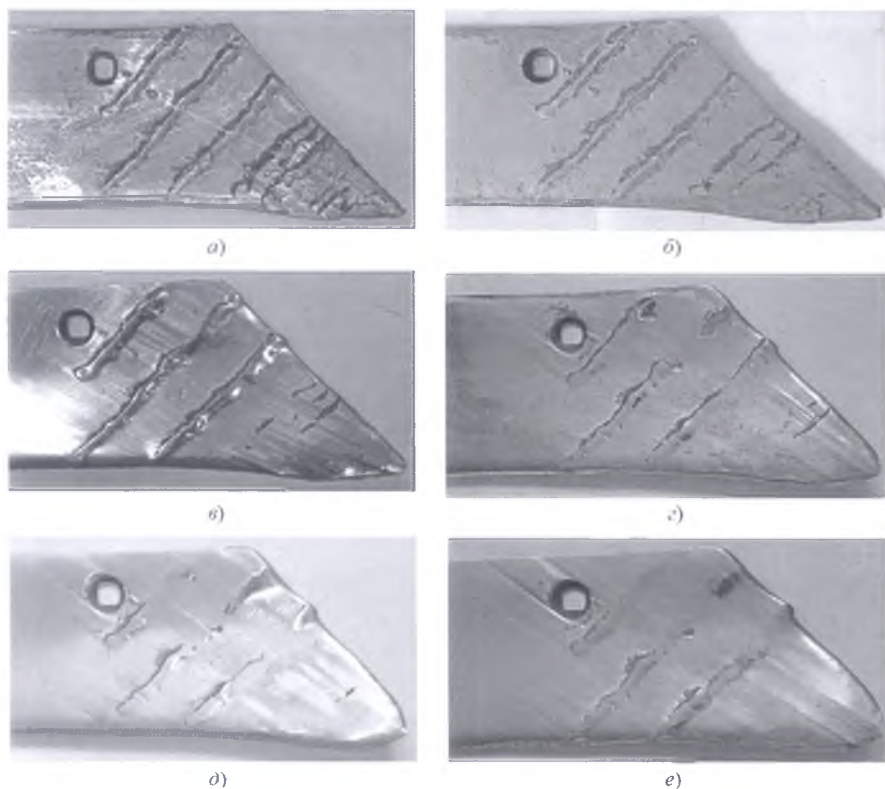


Рис. 5. Изменение геометрии носка лемеха, упрочненного валиками, перпендикулярными полевому обрезу (электрод Т-590), при наработке:

а — 3,5 га; б — 6,8 га; в — 11 га; г — 15 га; д — 20 га; е — 24 га

чить срок службы детали. Применение такого приема позволяет максимально использовать возможности лемеха (с точки зрения его размеров), а главным критерием предельного состояния в этом случае служат недопустимые износы по ширине и толщине.

Использование электродных материалов, обеспечивающих наплавленный слой твердостью 60 HRC, вносит существенные изменения в процесс изнашивания деталей ввиду нарушения принципа равноизнашиваемости локальных участков детали и приводит к следующим особенностям износа:

- валики сохраняются до наработки 11—15 га (рис. 4, в, г; 5, в, г);
- валики истираются неравномерно по длине (рис. 4, г; 5, д), что отражает образование лучевидного износа;
- полевой обрез приобретает волнообразную форму (рис. 4, д, е; 5, д, е).

Предельное состояние таких лемехов выражается в образовании трапециевидной формы и скруглении носка с потерей более 45 мм его размеров (рис. 4, е; 5, е).

Нароботка до наступления отказа у таких лемехов ниже, чем у армированных наплавкой электродами для сварки углеродистых сталей, и составляет около 24 га, что сопоставимо с ресурсом лемехов заводского исполнения.

Уровень ремонтпригодности в данном случае ниже, чем у лемехов, армированных электродами для сварки малоуглеродистых сталей. Возможен только один способ восстановления — приваривание долота встык после удаления изношенной части [7], так как имеет место сложнопрофильный износ полевого обреза, хотя минимальная остаточная толщина долотообразной области составляет более 6 мм.

Судя по развитию профиля износа (см. рис. 4, 5), можно сделать предположение об увеличенном тяговом сопротивлении перемещению пахотного агрегата. Косвенно это подтверждается заметно большим расходом топлива. (В рассматриваемом случае задача четкого определения расхода топлива не ставилась.)

Исходя из вышеизложенного, для наплавочного армирования целесообразно применение электродов, обеспечивающих высокую твер-