

Соловьев С.А.<sup>1</sup>,  
В.П. Лялякин<sup>1</sup>,  
В.Ф. Аулов<sup>1</sup>,  
А.В. Ишков<sup>1</sup>,  
В.В. Иванайский<sup>2</sup>,  
Н.Т. Кривочуров<sup>2</sup>,  
А.В. Соколов<sup>2</sup>,  
V. Schwamm<sup>3</sup>

1 - ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка (ГОСНИТИ)» Россельхозакадемии, г. Москва, Россия;

2 - ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет (АГАУ)», г. Барнаул, Россия;

3 - AMAZONEN-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Hasbergen-Gaste, Germany

Email: [gosniti@list.ru](mailto:gosniti@list.ru)

## КОМБИНИРОВАННЫЕ УПРОЧНЯЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДОЛОТ АНКЕРНЫХ СОШНИКОВ СЕЯЛКИ

УДК 631.31: 621.785.545:621.789

Проанализированы характер и причины износа рабочих органов (долот) анкерных сошников сеялки Primera DMC-9000 фирмы Amazone (Германия) при достижении ими предельного состояния и наработки 60-200 га. Для упрочнения долота предложено использование пяти конструкций комбинированного покрытия, состоящего из четырех конструктивных и технологических элементов: твердосплавная пластина, твердосплавное, боридное или композиционное покрытие, металлокерамическое или электроискровое покрытие, объемная закалка основного материала, которые располагаются на различных участках изнашивающейся поверхности долота. По результатам технологических исследований и полевых испытаний упрочненных рабочих органов выбраны и оптимизированы две конструкции упрочняющего покрытия долота: 1 - ТВЧ-наплавка передней поверхности сплавом ПС-14-60 + ЭИН боковых поверхностей сплавом ВК8, 2 - ТВЧ-наплавка передней поверхности сплавом ПГ-С27, совмещенная с борированием + ЭИН боковых поверхностей сплавом ВК8. Упрочненные комбинированным покрытием и ТВЧ-закаленные долота проявляют в 1,5-2 раза более высокую износостойкость по сравнению с контрольными.

**Ключевые слова:** износ, анкерный сошник, долото, комбинированные упрочняющие покрытия, ТВЧ-наплавка, скоростное ТВЧ-борирование, электро-вибродуговое упрочнение, электроискровое легирование, ТВЧ-закалка, конструкция покрытия, технология упрочнения.

**Введение.** Интенсивный износ рабочих органов является общей проблемой всех почвообрабатывающих комплексов и посевных машин [1]. Самым распространенным типом рабочего органа современных почвообрабатывающих комплексов с анкерными сошниками в настоящее время является долото, а главным следствием его износа является не столько увеличения тягового сопротивления и соответствующее увеличение расхода топлива, сколько ухудшение качества заделки семян и, как следствие, снижение урожайности [2]. Длительный опыт применения сеялок Primera DMC-9000 фирмы Amazone (Германия) [3] в Европе и России показывает, что на практике сложились определенные представления о допустимых (предельных) параметрах износа их долот, в зависимости от почвенно-климатических условий наработка на один рабочий орган

составляет 60-200 га [4]. Характер износа долота указанной сеялки показан на рисунке 1.



**Рис. 1. Форма фигур износа долота сеялки Primera DMC-9000 при достижении предельной наработки: а - вид сбоку на изношенное долото, установленное на сеялке, б - вид спереди на изношенные долота, упрочненные производителем установкой дополнительных твердосплавных пластин**

Фигуры износа в продольном и поперечном сечениях имеют серповидную и клиновидную форму соответственно (рис. 1а) [5]. изнашиванию подвергается как передняя кромка, так и боковые утолщения долота, причем с различной скоростью. И если износ передней кромки увеличивает тяговое сопротивление, расход топлива и изменяет параметры заделки семян, то износ боковых утолщений снижает ширину посевной полосы, влияет на качество внесение удобрений и химикатов, снижает урожайность.

В настоящее время для сохранения оптимальной формы и состояния кромки долота, формирующей почвенный клин, она упрочняется фирмой-производителем путем напайки твердосплавной пластины из сплава типа ВК, толщиной 1-1,5 мм [4]. Для уменьшения износа такие же пластины могут устанавливаться (опция) и на другие части долота, однако это сильно его удорожает, а применение дополнительных пластин в условиях России оказалось не эффективным - износ боковых утолщений оказался по-прежнему значительным (см. рис. 1б). Поэтому актуальной является разработка нового комбинированного упрочняющего покрытия долота, сочетающего в себе положительные качества упрочнения его кромки твердосплавной пластиной с упрочнением других элементов его поверхности современными высокотехнологическими способами.

Цель настоящей работы состояла в разработке новых комбинированных покрытий, технологий и приспособлений для упрочнения долот анкерных сошников сеялки Primera DMC-9000 фирмы Amazone.

**Экспериментальная часть.** ТВЧ-нагрев долот под закалку, ТВЧ-наплавку и скоростное ТВЧ-борирование осуществляли на промышленном высокочастотном инверторе ЭЛСИТ - 100/20-70 (оборудование ФГБОУ ВПО АГАУ, г. Барнаул) в водоохлаждаемых индукторах оптимизированной формы, выполненных из медной трубки  $\varnothing 5, 10$  мм. Электро-вибродуговое упрочнение металлокерамикой (ЭВДУ МКП) осуществляли на установке ВДГУ-2, а электроискровое легирование (ЭИЛ) - на установке БИГ-5 (оборудование ФГБНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии, г. Москва).

Для упрочнения использовали следующие материалы и реактивы: твердые сплавы ПГ-10Н-01, ПС-14-60, ПГ-С27; сварочный флюс АН-348А; буру  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ; борный ангидрид  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; карбид бора  $\text{B}_4\text{C}$ ; силицид кальция  $\text{CaSi}_2$ ; силикат натрия  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ; диоксид кремния  $\text{SiO}_2$ ; сплав ВК8 пластины, все материалы имели

квалификацию «техн.» и соответствовали требованиям действующих ГОСТов и ТУ. Компоненты покрытий и готовые смеси наносили на участки долота в виде пасты (на жидком стекле) или сухой шихты, после чего осуществляли упрочнение по выбранному способу.

ТВЧ-закалку долот осуществляли с температуры 880-900 °С, закалочная среда - вода, ТВЧ-наплавку и скоростное ТВЧ-борирование проводили на оптимизированных режимах, процесс ЭВДУ МКП осуществляли на следующих режимах: сила тока  $I=70-80$  А, напряжение  $U=60$  В, частота вибрации графитового электрода  $\nu=50$  Гц, процесс ЭИЛ проводили при следующих параметрах: анодный материал - сплав ВК8, режим - ручной, напряжение холостого хода  $U=20-50$  В, рабочий ток  $I=3,5-4,5$  А, частота импульсов  $\nu=100-200$  Гц, энергия импульсов  $E=0,1-0,3$  Дж.

У упрочненных долот определяли твердость основного материала по Бринеллю и твердость покрытий по Роквеллу на приборах ТБ-3000, ТК-2М по ГОСТ 9012, 9013. Полевые испытания упрочненных долот проводили в посевную кампанию весны-лета 2014 г. в схожих почвенно-климатических условиях, во Владимирской области, с. Рождествено (ООО «Колхоз им. В.И. Ленина») по перегнойно-подзолистой супесчаной почве и в Алтайском крае, с. Завьялово (ОАО «Молочная страна») по дерново-подзолистой песчаной почве при посеве яровой пшеницы, ячменя, подсолнечника и суданки на машинно-тракторном агрегате (МТА) в составе: колесный трактор тягового класса 4, 5 + сеялка Primera DMC-9000. Весовой износ упрочненных долот определяли на электронных весах CAS-SW-2, линейный износ - штангенциркулем ШЦЦ-I-250-0,05 по максимальной высоте фигуры износа в продольном сечении.

**Результаты и их обсуждение.** На основании результатов информационного поиска, имеющейся материально-технической базы и возможности дальнейшей реализации технологий упрочнения на производстве и в сельхозпредприятиях, в качестве основных способов упрочнения долот комбинированными покрытиями были выбраны: ТВЧ-закалка, ТВЧ-наплавка, скоростное ТВЧ-борирование, ЭВДУ МКП и ЭИЛ [6, 7].

Учитывая особенности работы долот и характер их изнашивания комбинированное упрочняющее покрытие должно состоять из следующих элементов и формироваться следующими технологическими процессами: 1 - твердосплавная пластина, толщиной 1-1,5 мм, размещенная на рабочей кромке долота, формируется пайкой на фирме-производителе; 2 - твердосплавное, боридное или композиционное покрытие, размещенное на передней кромке долота, формируется ТВЧ-наплавкой или ТВЧ-борированием; 3 - металлокерамическое или электроискровое покрытие, размещенное на боковых поверхностях долота, формируется процессами ЭВДУ и ЭИЛ; 4 - объемная закалка основного материала долота в зоне утолщений, обеспечивается ТВЧ-закалкой.

Так как долото поставляется окрашенным и с уже закрепленной на рабочей кромке твердосплавной пластиной, при получении комбинированного упрочняющего покрытия рекомендуется следующая оптимизированная последовательность технологических операций: формирование элемента покрытия на передней кромке (ТВЧ-наплавка, скоростное ТВЧ-борирование, 3-5 мин); переход; формирование элементов покрытия на левом и правом утолщении боковой поверхности (ЭВДУ МКП, ЭИЛ, 10-12 мин); переход; объемная закалка (ТВЧ-нагрев, 2-3 мин), с принятием обязательных мер по защите твердосплавной пластины (экраны, приспособления, размещение вне зоны технологического воздействия и пр.) на всех стадиях процесса. Экспериментально определенное общее время технологического процесса упрочнения долота сеялки Primera DMC-9000 с учетом переходов составило 20-30 мин, а с учетом операций очистки, контроля, окраски и сушки 45-60 мин.

**Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів**  
Technical service of agriculture, forestry and transport systems

Химический анализ материала долота показал, что оно изготовлено из конструкционной стали S355 (стандарт EN 10025), аналогом которой является отечественная сталь 17Г1С (ГОСТ 19281-89). Закалка таких сталей возможна за счет изменения размеров зерна и химического состава аустенита при фазовых превращениях вблизи температур  $A_{c1}$ . Закалка стали S355 будет идти за счет  $\alpha \rightarrow \gamma$  превращения твердого раствора С в Fe [8]. При правильно выбранной температуре и скорости нагрева малоуглеродистых кремнемарганцовистых сталей удается после закалки уменьшить размер аустенитного зерна до 20-30 мкм, что и приводит к упрочнению детали в 2-4 раза [9].

Исходя из справочных данных [10], с учетом сложной формы и возможных термических напряжений детали, нами рекомендуются следующие технологические режимы упрочнения зоны утолщений долота: нагрев в двухпетлевом индукторе оптимизированной формы (рисунок 2а) со скоростью 200-400 °С/мин; температура закалки 880-900 °С; закалочная среда - горячая вода.

Известно, что наплавке лучше всего поддаются низкоуглеродистые стали с содержанием С не выше 0,4-0,6 %, а также низколегированные хромоникелевые, хромованадиевые и ванадиевые конструкционные стали. Марганцовистые, хромомолибденовые, кремнистые стали, стали с содержанием С выше 0,65 % и чугуны, склонные к закалке и трещинообразованию при наплавке, труднее поддаются наплавке, и для получения качественного упрочняющего покрытия требуют предварительного подогрева основы до 500-650 °С. Учитывая химический состав стали S355, из которой изготовлены долота, их упрочнение ТВЧ-наплавкой можно осуществлять без предварительного подогрева по способу Ростовского НИИТМа [11]. При реализации этого способа упрочнения используются следующие порошковые наплавочные материалы: ПГ-ФБХ6-2; ПГ-10Н-01; ПС-14-60; ПГ-С25 и пр., образующие после наплавки на упрочняемой поверхности детали эвтектические чугуноподобные слои состава Fe-Cr-Ni-Mn-C-B-Si, упрочненные карбидами, боридами и карбоборидами железа и легирующих элементов.

Для упрочнения долота ТВЧ-наплавкой нами выбраны порошковые твердосплавные материалы ПС-14-60 и ПГ-С27 которые используются в виде шихты в смеси с флюсом П-0,66, содержание которого в готовой шихте не превышает 10-15 %. Флюс П-0,66 состоит из прокаленной буры, борного ангидрида, силикокальция и сварочного флюса АН-348А в масс. %: 30, 20, 10, 40. ТВЧ-наплавку осуществляют при температуре 1000-1000 °С, в течение 1-2 мин на выбранном режиме в охватывающем щелевом индукторе оптимизированной формы [12] (рисунок 2б).

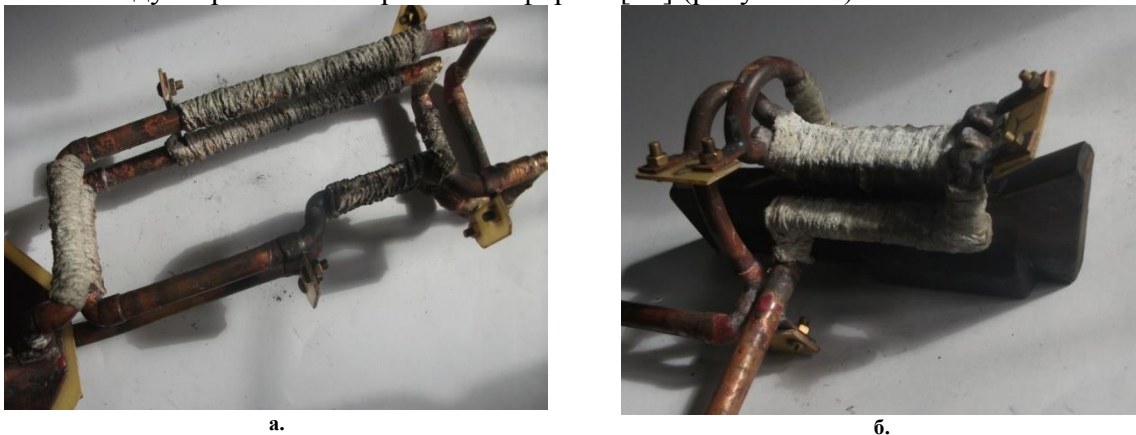


Рис. 2. Индукторы оптимизированной формы для упрочнения долота сеялки Grimera DMC-9000: а - двухпетлевой индуктор для ТВЧ-закалки, б - охватывающем щелевой индуктор для ТВЧ-наплавки и скоростного ТВЧ-борирования

Для упрочнення долота скоростним ТВЧ-борированием, по результатам работ, проведенных нами ранее [13], предложено применение ТВЧ-нагрева борлируемой стали S355 в порошковой борлирующей шихте следующего состава: карбид бора (или аморфный бор) 85-90 %, плавненный флюс для индукционной наплавки П-0,66 - 10-15 %.. Образующиеся при скоростном ТВЧ-борировании покрытия представляют собой композиционные металлокерамические материалы, состоящие из измененного по химическому составу стального подслоя, разделенного диффузионной границей от упрочняющего слоя, состоящего из матрицы железо-боридной эвтектики с распределенными в ней частицами цементита, боридов железа, карбоборидов железа и легирующих сталь элементов (Cr, Mn и др.), обеспечивающие его дополнительное дисперсное упрочнение [14].

Для упрочнения скоростным ТВЧ-борированием на переднюю кромку долота наносят предварительно подготовленную порошковую шихту, помещают заготовку в индуктор и осуществляют нагрев детали с шихтой, ее расплавление и выдержку детали в индукторе при температуре 1200-1300 °С в течение 0,5-1 мин.

Процесс ЭВДУ МКП представляет собой разновидность автоматической электрической дуговой наплавки вибрирующим металлическим или угольным электродом [15]. Для вибродуговой наплавки металлокерамических покрытий на упрочняемые боковые поверхности долота используют пасту, содержащую наплавочный порошок ПГ-10Н-01, буру, карбид бора, криолит  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  (техн.), оксид кремния и алюминиевый порошок, а в качестве связующего - 30 % водный раствор жидкого стекла. Толщина нанесенного слоя пасты составляет 2,5-3,0 мм.

Процесс ЭИЛ традиционно применяется для упрочнения поверхностей деталей, подвергающихся изнашиванию при трении без смазочного материала (или с его небольшим количеством) с большими удельными давлениями, а также в условиях активной эрозии [16]. По сравнению с описанными выше способами **электроискровое упрочнение** менее производительно, а удельные затраты (на 1 мм<sup>3</sup> упрочняющего материала) в несколько раз больше, чем, например, при ТВЧ-наплавке. Однако сложная форма и технологическая труднодоступность поверхности такого элемента долота как его утолщение позволяют рекомендовать этот способ как один из возможных вариантов упрочнения боковой поверхности долота.

Для упрочнения способом ЭИЛ следует использовать ручные и автоматические виброискровые головки с легирующим электродом из недорогих спеченных сплавов типа ВК или ТК, при скорости перемещения электрода (детали) 7-10 см/мин.

Нами выяснено, что упрочнение только одной передней поверхности долот сеялки Primera DMC-9000 ТВЧ-наплавкой (1-ая конструкции покрытия), скоростным ТВЧ-борированием или способами ЭВДУ, ЭИЛ (2-ая конструкция покрытия) оказалось неэффективным - характер и величина износа таких рабочих органов сопоставимы с не упрочненными долотами (см. рисунок 1). Поэтому потребовалось упрочнение сразу всех элементов долота, изнашивающихся в почве с получением комбинированного покрытия [17]. Оптимальная конструкция комбинированного упрочняющего покрытия для долота, была определена нами по результатам полевых испытаний. Исследованные варианты упрочнения долот сеялки Primera DMC-9000 комбинированными покрытиями и параметры их износа приведены ниже. Всего было упрочнено 50 долот в одинаковых условиях.

Примечания: 1 - серым выделены максимальное и минимальное значения весового и линейного износа; 2 - варианты конструкции покрытия закодированны в первой позиции шифра: 3 - скоростное ТВЧ-борирование передней поверхности + ЭИЛ боковых поверхностей сплавом ВК8; 4 - ТВЧ-наплавка передней поверхности сплавом

**Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів**  
 Technical service of agriculture, forestry and transport systems

ПС-14-60 + ЭИН боковых поверхностей сплавом ВК8; 5 - ТВЧ-наплавка передней поверхности сплавом ПГ-С27, совмещенная с борированием + ЭИН боковых поверхностей сплавом ВК8, вторая позиция номера - конкретная деталь в партии; 3 - состав и описание партий: 3-ая партия (15 шт.) - все долота упрочнены покрытием 3-ой конструкции, долота шифра 32, 33 закалены, долота шифра 31 без закалки; 4-ая партия (15 шт.) - все долота упрочнены покрытием 4-ой конструкции, долота шифра 42, 43 закалены, долота шифра 21 без закалки; 5-ая партия (20 шт.) - все долота упрочнены покрытием 5-ой конструкции, долота шифра 33, 34 закалены, долота шифра 32 без закалки, долота шифра 31 без закалки и без электроискрового упрочнения; 1 и 2-ая партии (3 и 5шт.) - контрольные долота без упрочнения (в состоянии поставки).

Таблица 1

**Исследование износа экспериментальных долот сеялки Primera DMC-9000, упрочненных комбинированными покрытиями (n=5; P=0,95)**

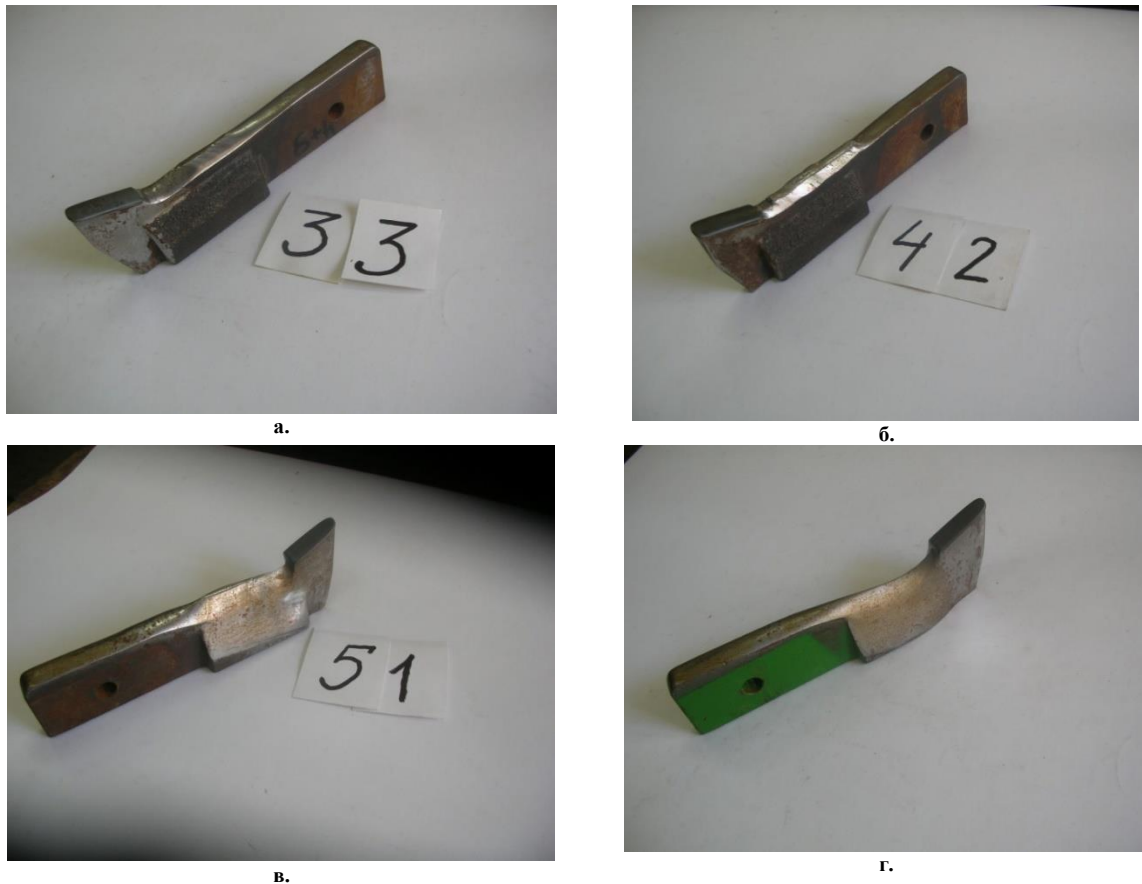
№ партии	Количество долот в партии	Шифры долот	Масса до, г	Масса после, г	Линейный износ, %	Весовой износ, %
5	20	54.x	1700	1565	5,3±0,3	8,2±0,2
		53.x	1640	1500	3,3±0,2	8,4±0,2
		52.x	1670	1300	2,6±0,2	22,0±0,1
		51.x	1630	1500	3,3±0,3	8,3±0,2
4	15	43.x	16550	1490	5,2±0,2	10,0±0,1
		42.x	1670	1560	1,3±0,4	6,9±0,2
		41.x	1730	1570	1,3±0,3	9,0±0,1
3	15	33.x	1700	1570	1,9±0,3	7,5±0,2
		33.x	1640	1500	5,3±0,2	8,3±0,1
		31.x	1670	1450	4,6±0,2	12,9±0,2
2	5	контроль2.x	1640	1300	13,3±0,1	20,6±0,1
1	3	контроль1.x	1700	1350	15,5±0,1	20,5±0,1

Полевые работы осуществлялись сеялкой Primera DMC-9000 в мае-июне 2014 г. в Алтайском крае, за май МТА было обработано 2763 га, за июнь - 800 га, общая наработка составила 3563 га. Учитывая количество рабочих органов, установленных на одной сеялке (48 шт), средняя наработка на одно долото составила 74,2 га, то есть при полевых испытаниях была достигнута нижняя граница интервала предельной наработки [4].

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, наименьшие весовые и линейные износы показали долота №№ 42, 52, в которых упрочнению подвергались как передняя, так и боковые поверхности (утолщения) потому, что основная потеря массы при износе происходила именно с боковых поверхностей (утолщений) долота. ТВЧ-закалка основного материала долота в зоне утолщений положительно сказывается на ресурсе рабочего органа - уменьшается как линейный, так и весовой износ.

**Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів**  
Technical service of agriculture, forestry and transport systems

Фигуры и характер износа долот, упрочненных различными способами, легко определяются по внешнему виду отдельных рабочих органов. Характерный износ долот виден из их фотографий, приведенных на рисунке 3.



**Рис. 3. Характерный износ долот сеялки Primage DMC-9000 упрочненных комбинированными покрытиями различных конструкций:**  
а. - скоростным ТВЧ-борированием передней поверхности и ЭИН боковых поверхностей, б. - наплавкой передней поверхности сплавом ПС-14-60 и ЭИН боковых поверхностей, в. - наплавкой передней поверхности борированным сплавом ПГ-С27 и ЭИН боковых поверхностей, г. - характерный износ контрольных долот

Как следует из рисунка 3, при износе исходная форма долота становится серповидной в зоне границы почвы, а наибольшему износу подвергаются передняя и боковые поверхности долота, что согласуется с данными, полученными ранее.

Сопоставляя фотографии изношенных долот, данные таблицы 1, сведения о конструкции покрытия и способе упрочнения можно сделать следующие **выводы**:

1. Упрочнение только одной передней поверхности долота любым исследованным способом неэффективно. При срабатывании упрочненного слоя начинается интенсивный износ боковых поверхностей, имеющих большую массу, приводящий к резкому (катастрофическому) износу всего рабочего органа. Долото принимает серповидную и клиновидную форму.

2. Максимальную износостойкость в условиях полевого эксперимента продемонстрировали долота, упрочненные комбинированным покрытием 4-ой и 5-ой конструкции: ТВЧ-наплавка передней поверхности сплавом ПС-14-60 + ЭИН боковых поверхностей сплавом ВК8 и ТВЧ-наплавка передней поверхности сплавом ПГ-С27, совмещенная с борированием + ЭИН боковых поверхностей сплавом ВК8. Весовой износ этих долот составил величину от 6,9 до 8,3 %;

3. ТВЧ-закалка долота проявляет положительный эффект только у рабочих органов, упрочненных по всем элементам их поверхности. Упрочненные

комбинированным покрытием и закаленные долота проявляют в 1,5-2 раза более высокую износостойкость.

4. В качестве наиболее экономически эффективного способа упрочнения долот для производства и сельхозпредприятий можно рекомендовать замену ТВЧ-наплавки передней поверхности процессом ЭВДУ металлокерамики, электроискровое легирование боковых поверхностей (утолщений) более дешевым сплавом Т15К6 взамен ВК8 и ТВЧ-закалку упрочненного долота в зоне утолщений.

### **Литература**

1. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник [Текст] / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. -М.: Колос, 2004. -624 с.
2. Анутов Р.М., Котельников В.Я., Козявин А.А., Котельников А.В., Тищенко Д.Е., Серебровский В.В. Влияние износа рабочих органов на технологические параметры культиватора [Текст] // Современные наукоемкие технологии. -2012. -№ 11. -С. 12-14.
3. Primera DMC: информационный проспект на нем. [Электрон. дан.] / -режим доступа: <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=27704>
4. Драйер Х. Детальное рассмотрение сошника сеялки Primera DMC: информационная страничка к сеялке Primera DMC ... [Электрон. дан.] / -режим доступа: <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=14841>
5. ГОСТ 27674-88 Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения [Текст] -М.: Изд-во стандартов, 1992. -20 с.
6. Черноиванов В.И., Лялякин В.П. Организация и технологии восстановления деталей машин [Текст] -М.: ГОСНИТИ, 2003. – 488 с.
7. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания [Текст] -М.: Машиностроение, 1995, -336 с.
8. Егоров Н.Т., Подгайский М.С., Разумова Л.И. Изменение структуры малоуглеродистых сталей в зависимости от температуры нагрева [Текст] // Металловедение и термическая обработка металлов. -1979. -№ 11. -С.40 -43.
9. Дьяченко С.С. Образование аустенита в железо-углеродистых сплавах [Текст] -М.: Металлургия, 1982. -128 с.
10. Термическая обработка в машиностроении: справочник [Текст] / под ред. Ю. М. Лахтина, А. Г. Рахштадта. -М.: Машиностроение, 1980. -783 с.
11. Ткачев В.Н., Фиштейн Б.М., Казинцев Н.В., Алдырев Д.А. Индукционная наплавка твердых сплавов [Текст] -М.: Машиностроение, 1970. -163 с.
12. Слухотский А.Е., Рыскин С.Е. Индукторы для индукционного нагрева [Текст] -Л.: Энергия, 1974. -264 с.
13. Ишков А.В., Кривочуров Н.Т., Мишустин Н.М. и др. Износостойкие боридные покрытия для почвообрабатывающих органов сельхозтехники [Текст] // Вестник АГАУ. -2010. -№ 9. -С. 71–74.
14. Мишустин Н.М., Ишков А.В. О скоростном ТВЧ-борировании сталей. Наука и эпоха: монография [Текст] / под общ. ред. О.И. Кирикова. -Кн. 9. -Москва: Наука-информ; -Воронеж: Изд-во ВГПУ, 2012. -С. 128-145.
15. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой [Текст] -М.: Машиностроение, 1987. -192 с.
16. Электроискровое легирование металлических поверхностей [Текст] / под ред. Ю.Н. Петрова. -Киев: Штиинца, 1985. -196 с.
17. Бойцов А.Г., Машков В.Н., Смоленцев В.А., Хворостунин Л.А. Упрочнение поверхностей деталей комбинированными способами [Текст] -М.: Машиностроение, 1991. -С. 127-134.



V.P. Ljaljakin, V.F. Aulov, A.V. Ishkov, V.V. Ivanajsky, N.T. Krivochurov, A.V. Sokolov, V. Schwamm. **The combined hardening coverings for chisel of hoe boots of seeders**

Are analyzed character and the reasons of wear of instruments (chisels) of hoe boots of seeder Primera DMC-9000 Amazone Ltd. Co. (Germany) at achievement of limiting condition by them and operating time 60-200 ha. For a reinforcement of a chisel use of five designs of the combined covering consisting of four constructional and technological elements is offered: a hard-alloy plate, hard-alloy, borides or a composition covering, a metal-ceramic or electro-spark covering, volumetric quenching of an original material which place on various plots of a wearing out surface of a chisel.

By results of technological researches and a field test of the strengthened actions two designs of a hardening covering of chisel and optimized: 1 - RF-overlaying welding of a true rake by alloy ПС-14-60 (in Russian) + lateral faces electrospark covering by alloy BK8 (in Russian), 2 - RF-overlaying welding of a true rake by alloy ПГ-C27 (in Russian), combined with borating + lateral faces electrospark covering.

Strengthened by the combined covering and RF-hardening a chisel develop in 1,5-2 times higher wear resistance in comparison with control.

**Keywords:** wear, a hoe boot, the chisel, the combined hardening coverings, RF-overlaying welding, high-speed RF-borating, dip-transfer surfacing reinforcement, electrospark doping, RF-hardening, a design of a covering, technology of a reinforcement.

#### References

1. Khalansky , VM Rusticarum machina : artem [Text] / VM Khalansky , IV Gorbachev . MAGISTER . : Kolos , 2004. -624 p .
2. Anuti RM , Kotelnikov VJ , Kozyavin AA , Kotelnikov AV Tishchenko DE, Serebrovskii VV Technicae opus in corpora effectus ambitum lapsus cultor [Text ] // Modern princeps vitae. -2012 . 11. -№ C . 12-14 .
3. Primera DMC : Factsheet in eo . [ Electron . dan . ] / -Mode accesserunt: <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=27704>
4. C. pandens Christum natum MCMLXVI, circa eadem considerent drills Primera DMC : Information for Sheet seeders Primera DMC ... [ Electron . dan . ] / -Mode accesserunt: <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=14841>
5. GOST 27674-88 frictio , lubricatae et gerunt . Terminos et definitiones [ Text ] M . : Izd signa , 1992. s -20 .
6. Chernoi vanov VI , VP Lyalyakin Technology of apparatus quod unxit Organization partium [ Text ] M . : GOSNITI , 2003. - CDLXXXVIII p .
7. VN Tkachev The efficientiam apparatus partes in terms of conterentes abrasive [ Text ] M . : Mechanical Engineering , MCMXCV , cum -336 .
8. NT Egorov , Podgayskiy MS , LI Razumov Transfiguratus humilis-carbo steels structura , secundum in temperatus calefactio [ Text ] // metallurgy et calor treatment of mineralium. -1979 . -S.40 -№ 11. -43 .
9. S. DYACHENKO Institutio austenite in carbo ferro alloys [ Text ] M . : Metallurgy , 1982. -128 p .
10. Calor machinativa tractantur : A [Text] / p. YM Lahtina , AG Rahshtadta . MAGISTER . : Mechanical Engineering , 1980. -783 p .
11. Tkachev VN , Fishteyn BM , NV Kazintsa Aldyrev DA Inductio aluminium carbide [ Text ] M . : Mechanical Engineering , 1970. -163 p .

**Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів**  
Technical service of agriculture, forestry and transport systems

12. Sluhotsky AE , Riskin Auster Inductio ad Inductors Heating [ Text ], quem facere debetis: . : Energy , 1974. -264 p .
13. Ishkov AV NT Krivochurov , NM Mishustin et al . gere boride coatings Chelub rusticarum apparatu [ Text ] // Vestnik ASAU . -2010. 9. -№ С . 71-74 .
14. Mishustin NM , Ishkov AV Sed summus celeritate HD Boriding steels . Science et tempore : monograph [ Text ] / sub subcategoriis. Ed . OI Kirikova . -Kn . 9. -Moscow per scientiam doce - ; -Voronezh Univ SGMP , 2012. С . 128-145 .
15. Sidorov AI Restoration machina partes , et SPARSIO surfacing [ Text ] M . : Mechanical Engineering , 1987. -192 p .
16. scintilla tinguere metalli superficies [ Text ] / ed . YN Petrova . -Kishinev : Shtiintsa , 1985. -196 p .
17. Pugnatores AG , Mashkov VN Smolentsev VA Hvorostunin LA Superficies cæcitas ex partibus compositae modos [ Text ] M . : Mechanical Engineering , 1991. С . 127-134 .