

УДК 631.311:631.171

# НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ НОСОВОЙ ЧАСТИ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП

**В.Ф. АУЛОВ,**

кандидат технических наук,  
заведующий лабораторией,  
**Н.Т. КРИВОЧУРОВ,**  
**В.В. ИВАНЯЙСКИЙ,**  
кандидаты технических наук  
ГНУ ГОСНИТИ

Россельхозакадемии

**А.В. СОКОЛОВ,**

аспирант

ФГБОУ ВПО «Алтайский ГАУ»

**А.В. ИШКОВ,**

доктор технических наук

ГНУ ГОСНИТИ

Россельхозакадемии

Т. (499) 174-83-04

E-mail: gosniti@mail.ru

**П**лоскорезушие стрелчатые лапы (СЛ) [1] – один из основных рабочих органов (РО), устанавливаемых на универсальные почвообрабатывающие комплексы (ПК) и орудия (ПО) наряду с дисковыми и анкерными РО. У большинства СЛ штампованной или сварной конструкции в последствии упрочняют режущие кромки (лезвия) индукционной или плазменной наплавкой, электроискровым методом, а также поверхностной и объемной закалкой [2].

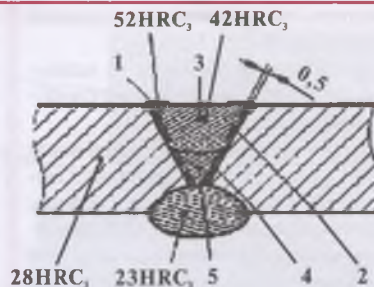
Основная проблема при эксплуатации СЛ состоит в том, что носовая часть ПО по отношению к его крыльям изнашивается в 1,5–2,5 раза быстрее. В результате выбраковывают всю СЛ, несмотря на то что крылья вполне работоспособны. Поэтому некоторые фирмы в штампованной конструкции СЛ носовую часть утолщают на 3–4 мм. В ОАО «АНИТИМ» в сварной конструкции СЛ упрочняют носовую часть, поместив в разделку кромок будущего сварного соединения сормайт или подобные ему материалы [3]. Однако перечисленные технологические приемы приводят к увеличению стоимости СЛ, росту тягового сопротивления при обработке почвы на 6–10%, рос-

ту расхода ГСМ и увеличению себестоимости продукции.

Для повышения режущих свойств, улучшения крошения почвы и уменьшения неравномерности износа носовой части СЛ по отношению к остальным частям предложена ее новая конструкция [4]. Ее упрочняли ТВЧ наплавкой порошкового материала ПС-14-60 – псевдосплава, аналогичного по составу высокохромистому белому чугуно, из шихты, содержащей 85 мас. % твердого сплава и 15 мас. % плавящего боратного флюса АСМ. Для наплавки использовали высокочастотный промышленный генератор ВЧГЗ-160/0,066 при анодном токе 10 А, сеточном 2,5 А, анодном напряжении 10–12 кВ.

Стрелчатую лапу СЗС-2,1 сварной конструкции производства ОАО «АНИТИМ» изготовили из товарного проката стали 50ХГА толщиной 6 мм. Заготовки крыльев в носовой части снизу сваривали встык плавящимся проволочным электродом из стали Св08ГС в среде CO<sub>2</sub>, а сверху наплавляли псевдосплав ПС-14-60. Его поместили в технологическую разделку кромок заготовки СЛ длиной 75–80 мм и оплавляли высокочастотным электромагнитным полем. Одновременно закалили крылья в индукторе специальной конструкции. Он позволяет совмещать технологические операции: индукционную наплавку, нагрев ТВЧ лезвия под закалку и последующий низкий отпуск [4]. Для этого генератор ТВЧ выключали при температуре в зоне наплавки твердого сплава 1100–1200 °С. Окончательно закаляли СЛ в масле И-20 после полной кристаллизации наплавленного износостойкого слоя. Температура лезвия из стали 50ХГА перед закалкой составляла 840–860 °С.

Для контроля температуры шихты и поверхности упрочняемой детали использовали хромель-алюмелевые



№ точки	1	2	3	4	5
Микротвердость, НВ	840	870	790	410	460

**Рис. 1.** Схема распределения твердости и микротвердости наплавленного сплава марки ПС-14-60 в сужающемся капилляре из стали 50ХГА

микротермопары ХА с диаметром шарика 0,2 мм. Их с помощью конденсаторной контактной сварки приваривали к детали или на 3/4 погружали в шихту.

У полученных покрытий исследовали микроструктуру (МИМ-7), макро- и микротвердость (ТР 5006М и ПМТ-3, нагрузка 100 г), фазовый (ДРОН-2) и химический состав (спектрометр UV FOUNDRI-MASTER).

Для разработки новой, эффективной конструкции носовой части СЛ, кроме того, исследовали особенности формирования паяного соединения низколегированной стали с хромистым чугуном на примере сталей 50ХГА, Св08ГС и порошковой механической смеси для получения твердого сплава ПС-14-60 и структуры металла, образующиеся в зоне сплавления этих материалов.

На **рис. 1** показана типичная схема распределения твердости и микротвердости наплавленного материала ПС-14-60 в сварном шве, полученном в носовой части СЛ по описанной выше технологии.

Из **рис. 1** видим, что в наплавленном твердом сплаве по всей длине (~80 мм) носовой части СЛ образуется незначительная усадочная раковина. Другие дефекты отсутствуют, а твердость по высоте шва распределена неравномерно. В процессе кристаллизации металла образовались три характерные зоны: равноосные кристаллы по всей внутренней поверхности кромки и перпендикуляр-



но к ней; крупные кристаллы (дендриты), занимающие 1/3 площади шлифа и расположенные в нижней части «слитка»; мелкие дендриты, составляющие 2/3 поверхности «капилляра», в верхней части наплавленного твердого сплава. Кроме того, в поле шлифа обнаружены нерасплавившиеся частицы феррохрома.

Перпендикулярное стенкам кромок по всему периметру расположение дендритов в первой зоне объясняется тем, что теплота отводится в основной металл, а в нижней части – в сварной шов. Возникновение крупных кристаллов в зоне 2 по срав-

наблюдаем совместимость кристаллизации в зоне сплавления высокохромистого чугуна со сталью, когда соединяемые материалы имеют одну и ту же кристаллическую решетку, но существенно отличаются между собой по содержанию химических элементов. Такие кристаллиты на некоторых участках зоны сплавления обнаружены и при плавлении высокохромистого чугуна ПС-14-60 и низколегированной стали Св08ГС (рис. 2).

На рис. 3 показано распределение микротвердости в основных зонах полученного наплавкой ТВЧ твердосплавного покрытия, позволяющее детально исследовать особенности его строения.

Значительная микротвердость в носовой части СЛ наблюдается в первой характерной зоне (кривая 1). Это обусловлено тем, что частицы твердого сплава обеспечивают расплавленный металл углеродом и частично легируют его хромом. Это позволяет в пределах диффузии углерода исключить образование неоднородных дендритных структур.

Там, где диффузионного действия углерода недостаточно, частицы феррохрома перестают выполнять роль инокулирующих добавок, и в шве формируется дендритная структура с пониженной твердостью (кривая 2). Вероятность образования

(по площади сечения капилляра) дендритной структуры вызвана количеством разбавленного основного металла в расплаве твердого сплава.

Третья характерная зона затвердевшего капилляра характеризуется максимальным разбавлением твердого сплава основным металлом.

На рис. 4 показаны состояния границ первой и второй зон (а) и между твердым сплавом и основным металлом третьей зоны (б) с образовавшимися на них неоднородными дендритными структурами.

Кристаллизующиеся дендритные зерна по форме и размеру значительно отличаются от дендритов второй зоны (см. рис. 4, б). Поэтому центральная часть наплавленного слоя значительно отличается от тех аустенитных зерен, которые формируются у стенок капилляра из твердого сплава (см. рис. 4, а).

Рентгенофазовым анализом установлено, что в составе заэвтектической, эвтектической и доэвтектической зон присутствуют  $\alpha$ - и  $\gamma$ -фазы. Послойным исследованием наплавленного материала установлено, что основной карбид во всех зонах – соединение типа  $(Cr,Fe)_3C_3$ , а карбид  $(Cr,Fe)_3C$  образует лишь отдельные включения.

Химический состав (%) основной заэвтектической зоны: С > 4,5; Si – 2,5; Mn – 1,23; Cr – 31,2.

На основании разработанной технологии подготовлена опытная партия СЛ типа СЗС-2, 1. У них носовая часть имеет новую конструкцию и упрочнена ПС-14-60. Для определения относительной износостойкости носовой части ПО выполняли основные агротехнические приемы в посевную кампанию 2012 года в различных районах Алтайского края.

Окончание на стр. 37



Рис. 2. Участки образования общих зерен высокохромистого чугуна, полученного при плавлении смеси ПС-14-60 и низколегированной стали Св08ГС (увеличение 500\*)

нению с зоной 3 можно объяснить тем, что в составе шихты находились частицы феррохрома. Они плавятся после основной массы твердого сплава, имеют меньшую плотность, чем расплав, и, поднимаясь вверх, играют роль инокулирующих добавок (микрохолодильников), что и обеспечивает возникновение в третьей зоне мелких дендритов, располагающихся хаотично.

В зоне сплавления могут образоваться и общие зерна (кристаллиты), состоящие частично из основного металла и твердого сплава с одинаковой кристаллографической ориентацией. Исходя из общих положений физического металловедения, такой процесс относится к кристаллизации на анизотропной подложке. В данном случае

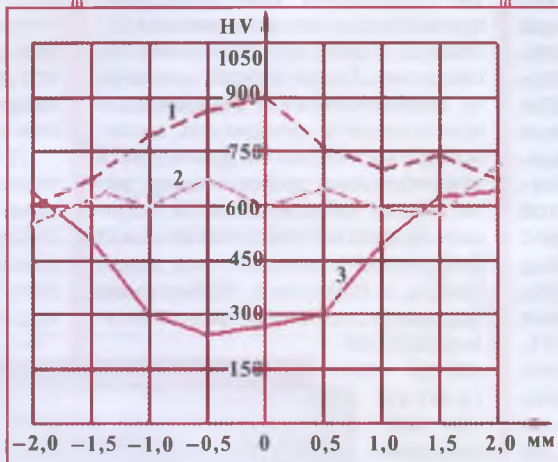


Рис. 3. Распределение микротвердости от центра сужающегося капилляра наплавленного сплава ПС-14-60 в стали 50ХГА: 1, 2, 3 – кривые для соответствующих зон



Рис. 4. Сформированные дендритные структуры

**Окончание. Начало на стр. 34-35**

Носовая часть опытных СЛ не претерпела значительного износа, а ПО сохранили стреловидную форму при наработке до 22 га вне зависимости от места их установки на ПК (вне колесного следа, по следу сеялки или трактора) и плотности почвы (от 1,23 до 1,83 г/см<sup>3</sup>).

Дополнительные полевые испытания (весна 2013 года) показали, что стрельчатая лапа новой конструкции имеет повышенную в 1,5–2,5 раза износостойкость носовой части, сохраняет стреловидную форму при наработке до 22 га и имеет сниженное на 8–10% тяговое усилие.

Таким образом, примененное нами совмещение нескольких технологических операций позволило сократить время изготовления одной СЛ на 70–80%, уменьшить расход электроэнергии на 25–30%, высвободить дополнительную рабочую силу, что привело к снижению стоимости СЛ. Кроме того, новая конструкция носовой части СЛ характеризуется отличным от аналогов строением металла, его свойствами и повышенной износостойкостью при обработке почвы.

#### Литература

1. Ткачев, В.Н. Износ и повышение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин / В.Н. Ткачев. – М.: Машиностроение, 1984.

2. Ерохин, М.Н. О совершенствовании конструктивных параметров рабочих органов плуга / М.Н. Ерохин, В.С. Новиков // Вестник МГАУ. – 2005. – № 1. – С. 25–31.

3. Ишков, А.В. Получение износостойких и защитных покрытий на рабочих поверхностях почвообрабатывающих органов сельхозтехники: современное состояние и перспективные направления исследований (обзор) / А.В. Ишков [и др.] // Под общ. ред. О.И. Кирикова // Научные исследования: информация, анализ, прогноз: монография. – Кн. 35. – Гл. X. – Воронеж: Изд-во ВГПУ, 2011. – С. 156–176.

4. Патент № 2397849 РФ. Способ изготовления почвообрабатывающей лапы (варианты) / В.В. Иванайский [и др.]. Оpubл. 27.08.2010, Бюл. № 24.

**Ключевые слова:** стрельчатая лапа; индукционная наплавка; износостойкость; тяговое сопротивление.