

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ПОЧВОРЕЖУЩИХ ДЕТАЛЕЙ

Г.Ф. Бетенья, канд. техн. наук, профессор;
Д.П. Литовчик, аспирант; А.В. Кривцов, аспирант
УО «БГАТУ»

(г. Минск, Республика Беларусь)

The engineering solutions on a heightening of serviceability of parts on a base of a complex combination design, technological, operation and economic forces are resulted the information on function properties of parts of instruments for tillage.

Работоспособное состояние ПРЭ определяется значениями всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствующие требованиям конструкторской документации. Основными параметрами, характеризующими функциональные качества ПРЭ, являются: способность к заглублению; тяговое сопротивление перемещению в почвенном слое; ресурс; прочность; ударная вязкость; сохраняемость остроты лезвия (так называемого стабилизированного почворежущего профиля). От качества изготовления и состояния ПРЭ в ходе эксплуатации зависят обеспечение агротехники обработки почвы, энергоемкость процесса почвообработки и экономическая эффективность использования почвообрабатывающей техники [1, 2, 3].

Технические решения этой сложной и важной научно-технической проблемы основываются на использовании достижений научно-технического прогресса. Разработка концепции почворежущего элемента показывает, что технические решения должны включать целый комплекс факторов достижения высокой работоспособности изделия [3]. К их числу относятся конструктивные, технологические, триботехнические, материаловедческие, эксплуатационные и экономические. Серийно освоенные ПРЭ, как правило, изготавливают из сталей 45, 65Г, 70Г или Л53, затем закаливают и подвергают среднему отпуску (нагрев в интервале 673 – 773 К). Твердость закаленной поверхности находится в пределах 39,5 – 48HRC_э. Показатели прочности не превышают 900 – 1200 МПа. Такие изделия не обладают комплексом служебных свойств. На практике имеют место деформации, поломки, недостаточная износостойкость [3].

Зарубежные аналоги почворежущих деталей получают из более прочных сталей, включая легированные (с добавлением бора, титана, молибдена). Временное сопротивление таких изделий достигает 1600–2000 МПа.

Для изготовления ПРЭ применяют различные виды материалов: сталь 40ГР (Германия), сталь 30ГР (Франция), сталь 30Г2 (Норвегия), сталь У9 (Канада), сталь 45Г2С (Германия и США). Используются технологии, позволяющие получать деталь с поверхностной твердостью до 66 HRC_{0,1} на глубину 1,7–2 мм, при этом сохраняется "вязкая" сердцевина с твердостью 30–40 HRC_{0,1}. На практике это означает увеличение ресурса такой детали на 15–20 процентов по сравнению с лучшими аналогичными представителями ПРЭ зарубежных фирм.

Многолетний опыт производства и использования серийных почворежущих элементов показал, что из-за сложности их формы переменного сечения рабочей части, необходимости массового изготовления традиционные методы упрочняющей технологии либо неприемлемы (индукционная наплавка), либо малоэффективны (термическая обработка) [3].

Исходный профиль режущей части монометаллических профилей с передней заточкой и углом установки на корпусе плуга в вертикальной плоскости около 30° при косом (скользящем) резании перезатачивается. Причем изменение исходного профиля детали не зависит от конструкции (монометалл или биметалл), а также от почвенно-природных условий эксплуатации.

Изменение исходного почворежущего профиля, в процессе эксплуатации, сопровождающееся образованием затылочной фаски следует считать неизбежным явлением (рис. 1). В этой связи ширину затылочной фаски, а также угол наклона фаски к дну борозды с достаточной обоснованностью можно отнести к числу основных критериев оценки работоспособности почворежущих профилей лемехов и долот.

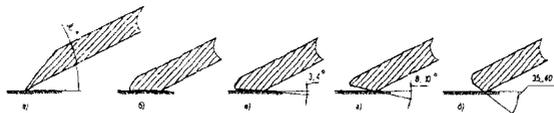


Рис. 1. Профили монометаллических лемехов после обработки: а – исходный профиль; б – песчаных и супесчаных почв; в – легкого суглинка; г – суглинистых почв; д – глинистых почв

Одним из вариантов повышения долговечности ПРЭ является изготовление их с упрочняющими покрытиями [3]. В этом случае основной металл обеспечивает прочность, а наплавленный твердый сплав – абразивную износостойкость. Толщина износостойкого покрытия, как правило, невелика (до 3 мм), а значит удельный объем дорогостоящего, легированного металла небольшой и стоимость таких деталей сравнительно низкая, а их ресурс повышается в несколько раз. В этом случае целесообразно наращивание рабочей части детали сплавом повышенной износостойкости и невысокой стоимости. Толщина покрытия составляет, как правило, 2 – 3 мм.

Опыт и результаты производства деталей с биметаллическим почворезущим профилем рабочих органов сельскохозяйственной техники подробно изложены в трудах [3, 4]. В лабораторных и эксплуатационных условиях испытаны многочисленные варианты биметаллических почворезущих профилей. Для их получения апробированы двухслойный прокат (сталь 50 + сталь Х6Ф1), контактное плакирование износостойкой лентой из стали Р9 и Х6ФВ, ручная газовая и дуговая плазменная, дуговая точечная и индукционная наплавки, СВС-процесс.

Изнашивание двухслойного почворезущего профиля, наплавленного с тыльной или с лицевой стороны, при правильном выборе толщины и соотношения твердости основного и износостойкого материалов, характеризуется устойчивым воспроизведением острой работоспособной режущей кромки. На супесчаных почвах интенсивнее изнашивается основной металл. На тяжелых глинистых и суглинистых почвах интенсивнее изнашивается передняя грань, несмотря на то, что она упрочнена твердым сплавом. На тяжелых почвах давление на переднюю грань почворезущего профиля выше, чем на заднюю. При обработке супесчаных почв нижняя фаска перемещается по плотному дну борозды, поэтому интенсивнее изнашивается несущий слой металла биметаллического профиля. Это свидетельствует о том, что соответствующей почвенно-природным условиям должна быть определенная конструкция почворезущего профиля. Причиной тому являются различные условия работы (давление, ударные нагрузки и др.), а также существенные отличия почв по изнашивающей способности.

Комплекс требований, которые необходимо выполнить при получении деталей с биметаллической режущей частью сводится к реализации ряда взаимосвязанных задач [3]. Во-первых, требуется

обеспечить прочное соединение наплавленного и основного металла. Во-вторых, наплавленная часть детали должна быть необходимой формы, размеров и с высокими физико-механическими свойствами, иметь определенное кристаллическое строение. Наряду с этим должны обеспечиваться высокая производительность труда, эффективность работы, возможность механизации процесса.

Результаты исследований показали, что самой большой относительной износостойкостью при испытаниях обладают сплавы: сормайт-1, ПР-С27 ГОСТ 2148-75; ФБХ-6-2 ГОСТ 11546-75, а также их смеси.

Такие сплавы могут быть нанесены на режущую часть изделия различными методами. Но вследствие особых геометрических форм, о которых говорилось выше (переменное сечение) наиболее полно предъявляемые требования к детали с биметаллической режущей частью применимы при диффузионном намораживании. Этот способ приемлем к использованию в условиях массового производства [3]. Применение диффузионного намораживания позволяет оптимально сочетать конструктивные, технологические и триботехнические факторы повышения ресурса деталей, работающих в абразивной среде. Себестоимость наплавленных работ при упрочнении деталей не превышает 15 – 25% оптовой цены серийной детали.

В качестве металла, на который осуществляется диффузионное намораживание рекомендуется использовать стали с пониженной прокаливаемостью (сталь 55ПП, 60ПП). Эта сталь имеет более низкую прокаливаемость, чем стандартные конструкционные стали с равным содержанием углерода. Химический состав сталей ПП можно представить следующими данными: 0,52 – 0,75% С; 0,11 – 0,22% Si; 0,05 – 0,15% Mn; 0,03 – 0,05% Cr; 0,06 – 0,23% Ni; 0,11 – 0,32% Ti; 0,013 – 0,017% P; 0,008 – 0,03% S. При использовании стали 55ПП можно в ходе термической обработки получить мелкозернистую мартенситную структуру и твердость поверхностного слоя 58 – 59HRCэ. Структура сердцевины – тростомартенсит твердостью 30 – 40 HRCэ. Предел прочности закаленного слоя металла достигает 2300 – 2500 МПа, а сердцевины 1100 – 1300 МПа. Ударная вязкость закаленного слоя составляет 1,25 МДж/м². Эти показатели значительно превосходят свойства сталей 45, 65Г, 40Х, 153.

Характер износа биметаллических профилей изучался по результатам эксплуатационных испытаний. На культиватор КЧН-5,4

устанавливались совместно серийные и экспериментальные лапы с целью испытания их в одинаковых почвенных условиях. Серийные детали были изготовлены согласно рабочему чертежу УП «БелНИМСХ». Экспериментальные лапы изготовлены с применением диффузионного напороживания. При этом в качестве заготовки использовались серийные лапы без изменений их конструкции и с изменением геометрии и формы рабочей части. Геометрия и форма биметаллической рабочей части экспериментальной лапы представлены на рисунке 2.

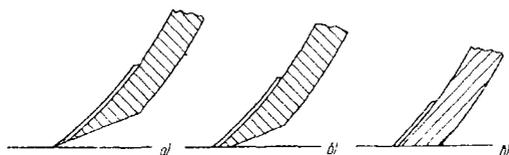


Рис. 2. Исходный и изношенный профиль деталей с биметаллической рабочей частью: а – исходный биметаллический профиль; б и в – изношенные биметаллические профили

Испытания проводились на лущении стерни и безотвальной обработке на глубину 12 – 14 см на супесчаных, засоренных камнями почвах в учхозе им. Фрунзе и на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве на Белорусской МИС. Условия испытаний соответствовали агротехническим требованиям [5]. Характер изменения профиля рабочей части экспериментальных деталей в ходе их эксплуатации показан на рисунках 1,2 (б, в). Характер износа лап изучался на различных стадиях их линейного износа. В ходе исследований был проанализирован характер износа лап до достижения линейного износа до 80 мм. Профиль поперечного сечения биметаллической рабочей части лап по мере их износа не претерпевает изменений по отношению к исходному. По мере увеличения обработки на деталь уменьшается длина рабочей части.

Относительная абразивная износостойкость биметаллического профиля оборотных лап чизельных культиваторов превышает этот показатель по сравнению с серийными в 1,9 раза, что свидетельствует о более высокой их работоспособности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машиностроение: Энцикл. Сельскохозяйственные машины и оборудование. Т.IV - 16/ И.П. Ксеневиц, Г.П. Варламов, Н.Н. Колчин и др.; Под ред. И.П. Ксеневица. – М.: Машиностроение, 2002.
2. Панов И.М., Черепахин А.Н. Технический уровень почвообрабатывающих и посевных машин// Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000. – №8, №9.
3. Бетенья Г.Ф. Восстановление и упрочнение почворезущих элементов диффузионным намораживанием износостойкими сплавами. – Мн.: БГАТУ, 2003.
4. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания. – М.:Машиностроение,1995.
5. Промежуточный протокол №97-98-97 специальных испытаний рыхлительных лап к чизельным культиваторам с кольцевидной и долотообразной заточкой, наплавленных способом диффузионного намораживания. Бел МИС.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ ЛЕМЕХОВ И МЕХАНИЗМА ИЗНАШИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБРАБОТКИ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ

**Н.В. Спиридонов, д-р техн. наук, профессор; А.М. Авсиевич,
канд. техн. наук; Л.И. Пилецкая, И.О. Соколов, А.С. Володько**
УО «БНТУ»

(г. Минск, Беларусь)

Research of wear resistance of materials share and the mechanism of wear process in conditions of processing loamy soil

Comparative wear resistance sharing steel J53 and steel 45 (tempered and not tempered) was investigated at friction in the environments, simulating processable ground, at various speeds and pressure. The major factors influencing the mechanism of wear process are established.

С целью определения характера изнашивания материалов лемехов, соответствующего условиям обработки суглинистых почв, определения степени влияния отдельных его параметров на стой-