

УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РОТОРНОЙ БОРОНЫ

Магистрант – Кантор П.Л., маг 17 тс, ФТС

Научный

руководитель – Анискович Г.И., к.т.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Роторные бороны применяются для сплошной предпосевной подготовки почвы с активным перемешиванием и крошением ее горизонтальных слоев на глубину до 15 см. Конструкция и расположение роторов, на каждом из которых располагается пара зубьев (рисунок 1), закрепленных одним фиксатором, обеспечивает хорошее измельчение почвы и низкую вероятность забивания при работе на влажной почве.

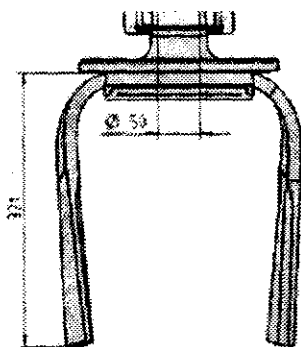


Рисунок 1 – Общий вид ротора

В процессе работы зубья роторной бороны испытывают действие статических, циклических и ударных нагрузок и подвергаются воздействию минеральных частиц почвы: кварца и гранита с твердостью HV 7 – 11 ГПа, полевого шпата, слюды и других минералов (HV 6 – 7,2 ГПа), вызывающих поломкам и интенсивное изнашивание рабочей части детали. Наибольшая величина износа наблюдается в нижней рабочей части детали, воспринимающей наибольшие контактные нагрузки со стороны почвы [1].

Зубья роторной бороны имеет Г-образную конструкцию и состоит из монтажной и рабочей частей (рисунок 2). В зависимости от вида и глубины обработки применяются зубья с различной длиной рабочей части.

Качество обработки почвы роторной бороной напрямую зависит от состояния зубьев, работоспособность которых определяется величиной износа рабочей части. Высокая работоспособность деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания и подвергающихся действию ударной и изгибающей нагрузок, может быть обеспечена приданием им высокой поверхностной твердости и износостойкости, наряду с прочной и одновременно вязкой и пластичной сердцевиной. В этой связи требуется поиск новых технических решений, обеспечивающих деталям, работающим в условиях ударно-абразивного изнашивания требуемых уровней конструкционной прочности (твердости) и износостойкости в сочетании с пластичностью (ударной вязкостью).

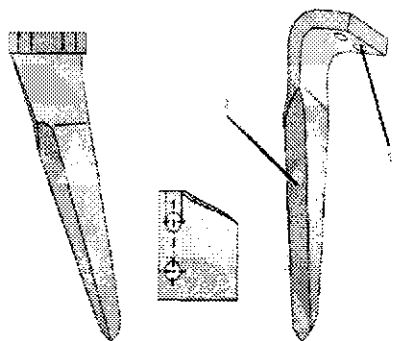


Рисунок 2 – Конструкция зуба роторной бороны:
1 – монтажная часть; 2 – рабочая часть

В настоящее время при изготовлении рабочих органов машин, эксплуатируемых в абразивной среде наметились два основных направления. Первое получило широкое распространение на отечественных заводах сельхозмашиностроения. При его использовании рабочие органы изготавливают, в основном, из легированных сталей 65Г, 70Г с последующей закалкой и низким отпуском. Однако применение указанной технологии и материалов не обеспечивают высокий ресурс рабочих органов. В условиях

прямого воздействия абразивных частиц они интенсивно изнашиваются, а повышение твердости приводит к их поломкам. Кроме этого, в настоящее время наблюдается тенденция снижения качества изготавливаемых рабочих органов, т.к. их производством занялись предприятия, не имеющие необходимого оборудования и технологий. В результате выпускаемые рабочие органы не соответствуют предъявляемым требованиям.

Второе направление характеризуется применением легированных сталей с последующей специальной качественной термообработкой или упрочнением режущей части наплавкой твердыми сплавами. Упрочненные таким образом рабочие органы (рисунок 3) выпускают в основном специализированные зарубежные фирмы, такие, как «Rabe», «Lemken», «Amazon», «Vogel&Noot» и др.

Специальный метод закалки придает зубьям роторных борон прочность и износостойкость. Твердосплавное покрытие на основных наиболее изнашиваемых участках зубьев существенно увеличивает их ресурс. Однако стоимость является достаточно высокой, что накладно для большинства сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств.

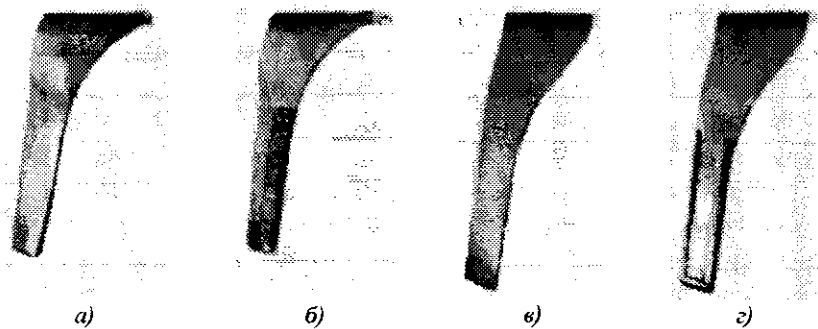


Рисунок 3 – Зубья роторных борон фирмы «Lemken», упрочненные специальной термообработкой (а, в) и наплавкой твердыми сплавами (б, г)

Из отечественных технологий для упрочнения деталей рабочих органов машин получила распространение специальная термическая обработка – импульсное закалочное охлаждение жидкостью [2,3]. Она применяется для объёмно-поверхностной закалки сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин,

преимущественно изготавливаемых из среднеуглеродистых конструкционных сталей. По аналогии с традиционными методами термической обработки технология включает три основных этапа: нагрев; изотермическую выдержку; охлаждение заготовок в заданных параметрах этих режимов.

Охлаждение заготовок реализуются в закалочном устройстве, к которому осуществляется импульсная подача охлаждающей жидкости с управляемой продолжительностью технологического цикла, что позволяет получать требуемые высокие показатели качества изделия.

Для упрочнения частей детали, испытывающих наибольшие контактные нагрузки со стороны почвенной массы, может быть использована технология диффузионного намораживания высоколегированных износостойких сплавов [4]. Способ позволяет при определенных температурно-временных условиях получить на поверхности погруженной в расплав заготовки, слой затвердевшего присадочного сплава требуемой толщины. Наплавленный намораживанием слой металла имеет заданные физико-механические свойства и химический состав, кристаллическое строение, высокую прочность сцепления с металлом заготовки.

С применением рассмотренных выше отечественных технологий специалистами технологического научно-производственного центра БГАТУ осуществлялось упрочнение экспериментальных образцов зубьев роторных борон, изготовленных из стали 35. Первоначально нижняя рабочая часть зуба упрочнялась наплавкой намораживанием износостойкого высокохромистого чугуна (С-27), после чего деталь подвергалась импульсному закалочному охлаждению жидкостью и низкому отпуску. Внешний вид упрочненной детали представлен на рисунке 4.

Исследованиями твердости опытных образцов зубьев борон установлено, что твердость основного металла по толщине упрочненных деталей находится в пределах 48 – 50 HRC. Микротвердость структурных составляющих наплавленного слоя находится в пределах 8 – 13 ГПа, микротвердость основы – около 4 ГПа. Распределение микротвердости в поперечном сечении упрочненных зубьев борон представлена на рисунке 5.

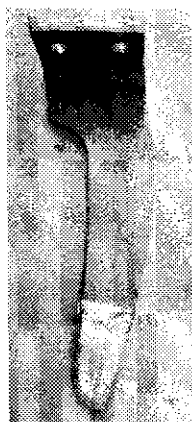


Рисунок 4 – Упрочненный зуб роторной борны

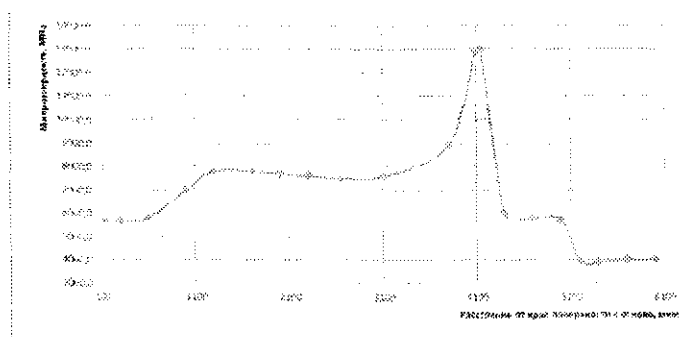
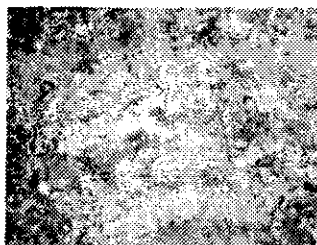


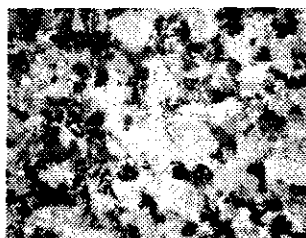
Рисунок 5 – Распределение микротвердости по толщине опытного образца зуба роторной борны

Интервал значений микротвердости наплавленного слоя с учетом химсостава материала С-27 позволяет предполагать, что он состоит из карбидов железа, хрома, никеля, хрома.

В результате исследования микроструктуры установлено, что поверхностная часть зуба борны имеет мартенситную структуру (рисунок 6а), размер игл мартенсита при увеличении $\times 1000$ соответствует 4 баллам согласно ГОСТ 8233-56. [5], сердцевина детали (рисунок 6б) имеет феррито-перлитную структуру с остатками мартенсита.



a)

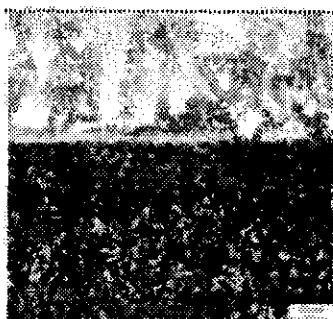


б)

Рисунок 6 – Микроструктура $\times 800$ поверхностного слоя не наплавленной части (*a*) и сердцевины (*б*) упрочненных зубьев роторных борон

Анализ микроструктуры упрочненных диффузионным намораживанием опытных образцов зубьев показал наличие в наплавленном слое светлой (карбидной) и темной (матрица) фаз (рисунок 7). Установлено, что наплавленный намораживанием сплав имеет монокристаллическое соединение с основой. Зона сплавления в биметалле стальная основа – наплавленный намораживанием сплав состоит из совокупности пограничных объемов основного и наплавленного металлов. Третьего материала между ними, которым могли быть оксидная пленка, флюс или шлак не выявлено.

Ударная вязкость упрочненных опытных образцов ножей составляет не менее 1 МДж/м^2 , прочность – $1500\text{-}2000 \text{ МПа}$. Ресурс упрочненных деталей составляет не менее 50 га (при условии проведения испытаний в соответствии с требованиями СТБ 1388-2003).



$\times 200$

Рисунок 7 – Микроструктура переходной зоны упрочненного диффузионным намораживанием с последующей импульсной закалкой опытного образца зуба бороны

Результаты исследований упрочненных с применением технологии диффузионного намораживания с последующей импульсной закалкой опытных образцов зубьев роторной бороны показали, что по техническому уровню упрочненные детали нового поколения являются конкурентоспособными изделиями в сравнении с лучшими зарубежными аналогами.

1. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания. – М.: Машиностроение, 1995. – 336с.

2. Бетенья Г.Ф., Анискович Г.И. Модификация структуры и механических свойств стали пониженной прокаливаемости при импульсном закалочном охлаждении жидкостью. / MOTOROL/ – Lublin-Pzeszow, 2013, vol.15, №7 – С. 80–86.

3. Бетенья, Г.Ф. Опыт упрочнения деталей из сталей пониженной прокаливаемости импульсным закалочным охлаждением жидкостью / Г.Ф. Бетенья, Г.И. Анискович // Вестник БарГУ/ – 2013, вып.1 – С. 152–159.

4. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2010. – 320с.

5. Сталь. Эталоны микроструктуры: ГОСТ 8233-56. – Введ. 07.01.1957. – Послед. Изм. 18.05.2011. – Минск: Межгос. Совет по стандартизации и сертификации. – 2011.

УДК 631.173.4(07)

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТ МЕЖДУ УРОВНЯМИ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ

*Студенты – Юрчик С.В., 29 тс, 4 курс, ФТС;
Кирицень П.В., 29 тс, 4 курс, ФТС*

*Научные
руководители – Круглый П.Е., к.т.н., доцент;
Драгун С.Н., ассистент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Анализ видов ремонтно-обслуживающих работ, выполнение которых является объективной потребностью при эксплуатации машин, показал, что они отличаются сложностью и по трудоемкости.

Часть работ этих видов может успешно выполняться в центральных ремонтных мастерских хозяйств, другая часть требует более высокой специализации и концентрации [1, 2, 3].