

УДК 621.793.620.172

В.С. Ивашко, проф., д-р техн. наук, В.К. Ярошевич, проф., д-р техн. наук,
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь
П.Г. Лузан, доц., канд. техн. наук, Г.Н. Мдзинарашвили, инженер
Кировоградский национальный технический университет

Упрочнение быстроизнашивающихся деталей почвообрабатывающей техники

Дана краткая характеристика новых материалов и методов упрочнения быстроизнашивающихся деталей рабочих органов почвообрабатывающей техники. Рассмотрены такие прогрессивные методы формирования требуемых свойств износостойкого слоя как метод поперечно-клиновой прокатки, электроконтактного припекания лазерная и микроплазменная обработка.

быстроизнашивающиеся детали, почвообрабатывающая техника, новые материалы и методы упрочнения, метод поперечно-клиновой прокатки, электроконтактное припекание, лазерное термоупрочнение, микроплазменного оплавления

Введение. Одним из наиболее перспективных методов повышения износостойкости быстроизнашивающихся деталей почвообрабатывающей техники является формирование на ее рабочих поверхностях защитных слоев с использованием специальных материалов, технологий обработки, способов упрочнения (закалки, газотермического напыления, припекания порошковых материалов, лазерной, микроплазменной обработки), для повышения физико-механических свойств поверхностей, которые определяет эксплуатационные характеристики создаваемых изделий.

Наиболее перспективными и доступными материалами являются стали пониженной прокаливаемости. Из технологий порошковой металлургии для нанесения защитных покрытий наиболее эффективным процессом является электроконтактное припекание. Технология формирования защитных слоев с использованием концентрированных потоков энергии основана на возможности, в первую очередь, создавать на малом участке поверхности высокие плотности теплового потока, необходимые для интенсивного нагрева и быстрого охлаждения нагретых поверхностей.

Основная часть. В работе [1] установлено, что при измельчении различных сельскохозяйственных культур во избежание быстрого затупления ножей измельчающих аппаратов необходимо обеспечить своевременное поочередное удаление режущих зерен износостойкого покрытия. Этот эффект достигается с помощью использования упрочняющего материала с различными размерами структурных составляющих.

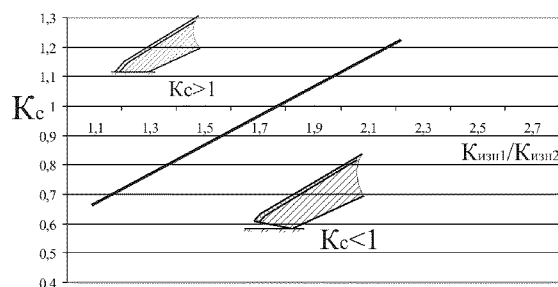
Одним из прогрессивных методов формирования требуемых свойств износостойкого слоя на рабочей поверхности детали является метод поперечно-клиновой прокатки (ПКП) [2], который позволяет наряду с увеличением коэффициента использования металла, производительностью труда, повысить прочностные характеристики поверхностных слоев.

Методом ПКП могут обрабатываться практически все конструкционные стали.

Одной из освоенных в промышленности технологий ПКП деталей является зуб борона.

Обеспечение требуемого соотношения величин несущего и упрочненного слоев и их износостойкостей позволяет сохранять в процессе изнашивания значения геометрических параметров (рис. 1), которые влияют на энергетические и агротехнологические показатели почвообработки [3].

Это соотношение связано с условиями эксплуатации; типом почвы; удельным давлением, действующими на деталь, характером его распределения; геометрическими параметрами.



толщина детали $S=12$ мм, толщина упрочненного слоя $\rho_1=2$ мм; $p_1^{\max}=2 \cdot 10^{-2}$ МПа,

$$p_2^{\max}=0,5 \text{ МПа}, K_{1,2}=2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{МПа}}{\text{мм}}$$

Рисунок 1 - Влияние соотношения износостойкостей несущего и режущего слоев на коэффициент самозатачивания K_c

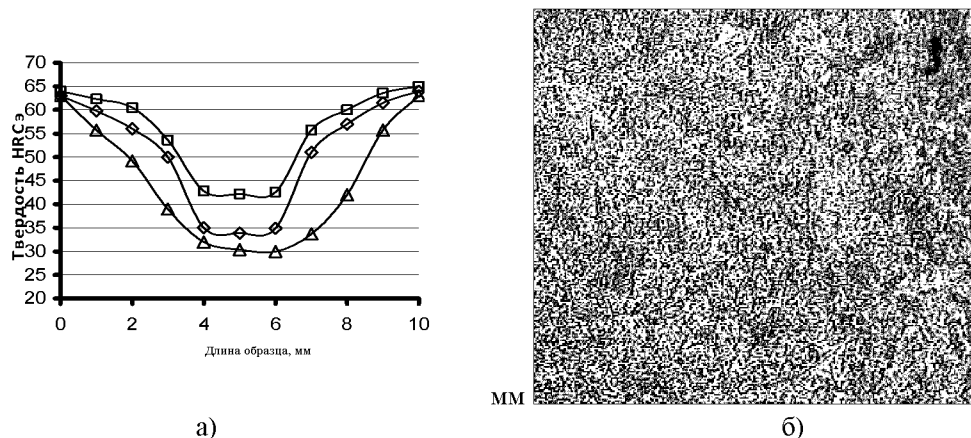
Для заданных параметров детали и условий эксплуатации выгодное формообразование возможно при соотношении износостойкостей упрочненного и несущего слоев не менее 1,7. Достичь подобных показателей при применении сталей пониженной прокаливаемости (например 60ПП) возможно при интенсивном охлаждении (спреерной закалке).

Распределение твердости по глубине и микроструктура закаленной стали ПП60 представлена на рис. 2.

Структура поверхности закаленных образцов: мартенсит, твердостью – 56...65 HRC₃, с пятнами троостита твердостью - 62...64 HRC₃.

Среди методов порошковой металлургии значительное место занимают процессы припекания порошков[4]. Суть данной технологии заключается в нанесении на поверхность детали слоя износостойкого порошкового материала и последующем их нагреве до температуры, при которой происходит спекание порошка и образование прочной диффузионной связи его с деталью. Наиболее эффективным является электроконтактное, которое позволяет применять давления (на 2-3 порядка выше, чем при индукционном спекании), а скорость нагрева может достигать нескольких тысяч градусов в секунду.

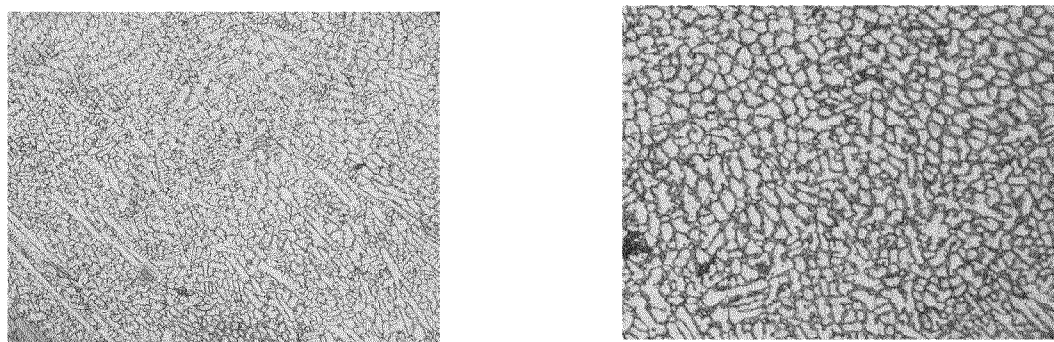
Данная технология применяется при упрочнении дисковых ножей почвообрабатывающих, строительных и других технологических машин, которые должны иметь незатупляемую, износостойкую режущую кромку.



а) при охлаждении; б) характерная микроструктура поверхности, после закалки на максимальную твердость

Рисунок 2 - Распределение твердости по глубине

Технология формирования защитных слоев с использованием концентрированных потоков энергии основана на возможности, в первую очередь, создавать на малом участке поверхности высокие плотности теплового потока, необходимые для интенсивного нагрева. При воздействии на металлическую поверхность излучение частично отражается от нее, а остальной поток проникает на небольшую глубину, что позволяет обрабатывать детали машин с небольшим объёмным разогревом. Наилучшие результаты по формированию износостойких покрытий достигаются в результате применения самофлюсующихся материалов на основе Ni (с добавлением карбида вольфрама WC) (рис. 3) [5].



а-20 мкм, б-50 мкм) $\times 100$

Рисунок 3 - Микроструктура образцов после микроплазменного оплавления нанесенного износостойкого материала с различными размерами структурных составляющих

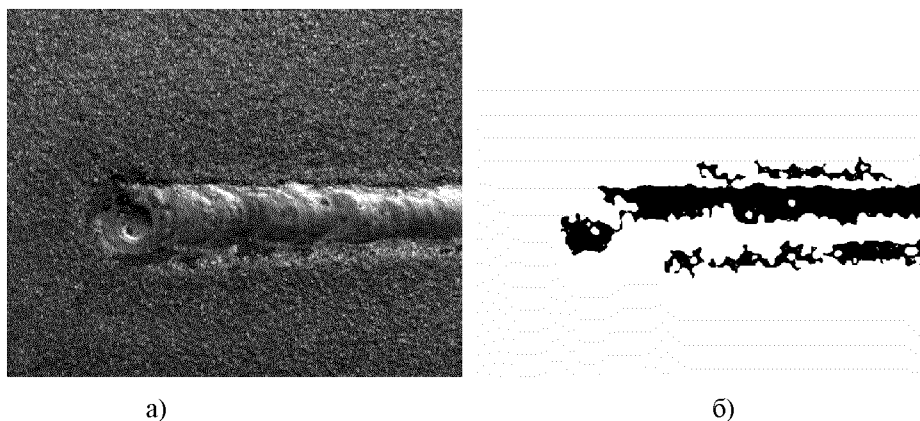
Как видно из рисунка 3 структура покрытия состоит из твердых мелкодисперсных включений, равномерно распределенных в пластичной, но достаточно прочной матрице (4000 – 4500 МПа), поскольку именно матрица определяет механические свойства покрытия, его сцепление с основой.

Основным преимуществом процесса лазерного термоупрочнения, определяющим его место среди широкого ряда методов поверхностного упрочнения, является возможность концентрации в локальной зоне поверхности высоких плотностей мощности. Это позволяет достигать сверхвысоких скоростей нагрева,

охлаждения тонкого поверхностного слоя и обеспечивать формирование за счет этого слоев сверхбыстрой закалки с повышенным комплексом свойств за счет высокой степени метастабильности структуры и проводить локальную обработку только рабочих поверхностей деталей без значительного их объемного разогрева.

Для предварительной оценки процессов лазерного и микроплазменного оплавления покрытий разработаны математические модели динамики распределения температурных полей тепловых процессов при обработке деталей с нанесенным композиционным материалом (на примере самофлюсующихся сплавов с 25 карбида вольфрама) под влиянием движущихся источника нагрева лазерного луча и микроплазменной дуги, что позволяет предварительно рассчитывать времена прогрева детали на требуемую глубину

Для наилучшего оплавления нанесенных износостойких покрытий с применением лазерной или микроплазменной обработки необходимо строго контролировать скорость перемещения луча (дуги) и качество оплавленной поверхности. Для реализации данного технологического приема разработана программа визуализации поверхности обработки детали в системе Microsoft Visual Studio 2005 на языке C# (Си Шарп) при лазерном или микроплазменном ее оплавлении, которая с помощью визуальной топографии обработанной поверхности помогает контролировать процесс оплавления и корректировать его в случае необходимости [6]. Критериями по которым визуально оценивается степень оплавления являются целостность (сплошность) полученной дорожки и ее ширина (рис. 4).



а – исходное изображение; б – изображение после обработки

Рисунок 4 - Пример изображения нормально проплавленного материала и результата обработки

Нормальное состояние оплавленной дорожки оценивается наличием одного протяженного сегмента шириной не более 100 пикселей с однородной яркостью (рис. 4б).

Заключение. Применение новых материалов, оборудования и технологических приемов обработки позволяет повысить ресурс быстроизнашивающихся деталей в т.ч. рабочих органов почвообрабатывающей техники от 1,5 до 4 раз.

Список литературы

1. Ивашко В.С. Обоснование размеров структурных составляющих при упрочнении ножей измельчающих аппаратов кормоуборочной техники / Ивашко В.С., Декевич П.А. Материалы 8-го Междунар. науч.-техн. семинара. Современные проблемы подготовки производства,

- заготовительного производства, обработки, сборки и ремонта в промышленности и на транспорте, Киев, 26-28 февраля 2008г./ Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины. – 2008.
2. Астапчик С.А. / Астапчик С.А., Ивашко В.С. Технология поперечно-клиновой прокатки в сельхозмашиностроении республики Беларусь. В сб. Современные методы и технологии создания и обработки материалов.-Мн. 2006. – С. 376–381/
 3. Бетенья Г.Ф., Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники. / Бетенья Г.Ф., Буйкус К.В., Ивашко В.С. и др. Мн. БГАТУ, 2006.
 4. Абрамович Т.М. Влияние технологических факторов на свойства покрытий при их электроконтактном припекании. Вопросы теории. / Абрамович Т.М., Донских С.А., Ярошевич В.К. Материалы Междунар. науч.-техн. конф. Модели и алгоритмы для имитации физико-химических процессов. Таганрог, 2008.
 5. Громько Г.Ф. Моделирование процесса микроплазменной обработки деталей с нанесением порошковых материалов. / Громько, Г.Ф., Мацука, Н.П., Ивашко, В.С., Декевич, П.А Сборник научных трудов VI международной научно-технической конференции «Материалы, технологии и оборудование в производстве, эксплуатации, ремонте и модернизации машин» – Новополоцк 2007.
 6. Ивашко В. С. Применение системы визуализации при лазерной и микроплазменной обработке деталей рабочих органов кормоуборочных машин / Ивашко В. С., Декевич П.А., Инютин А.В. : материалы 8-го Междунар. науч.-технического семинара. Современные проблемы подготовки производства, заготовительного производства, обработки, сборки и ремонта в промышленности и на транспорте, Киев, 26-28 февраля 2008г./ Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины. – 2008.
 7. Ивашко В. С. Микроплазменное оплавление самофлюсующихся материалов при упрочнении ножей измельчающих аппаратов / Ивашко В. С., Декевич П.А. В сб. «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка», Минск: 2008.

В. Ивашко, В. Ярошевич, П. Лузан, Г. Мдзынарашвили

Зміцнення швидкозношуваних деталей ґрунтообробної техніки

Дана стисла характеристика нових матеріалів і методів зміцнення деталей робочих органів ґрунтообробних знарядь, які швидко зношуються. Розглянуті такі прогресивні методи отримання необхідних властивостей зносостійкого шару як метод прокатки, електроконтактного припекання, лазерної і мікроплазмової обробки.

V. Ivashko, V. Yaroshevich, P. Luzan, G. Mdzynarashvily

The strengthening for quick wear out details of tiller machines

Brief characteristic of new materials and methods of strengthening for high-wear parts of tiller machines is presented. The progressive methods to create required properties of wear-resistant layer such as method of cross-wedge rolling, electrocontact sintering, laser and microplastic treatments are considered.

Получено 22.09.09