

### **Заключение**

В условиях высокой стоимости моторного топлива эффективность применения технических средств консервации возрастает при увеличении числа рабочих-операторов. Опыт показывает, что при консервации техники двумя операторами, работающими от мобильного энергопривода МЭП-02 с аппаратами ПРК-4, производительность нанесения покрытий повышается на 75 %, а расход топлива – всего на 14 %. Благодаря этому сокращаются длительность подготовки парка техники к хранению и удельный расход топлива на обработку одной машины. При децентрализованном производстве консервантов из отработавших минеральных и некондиционных растительных масел, удельная стоимость защиты ими рабочих органов аграрной техники в 3...4 раза ниже стоимости защиты бензино-битумными составами.

### **Литература**

1. Прохоренков В.Д., Петрашев А.И., Князева Л.Г. Консервация сельскохозяйственной техники продуктами очистки отработанных моторных масел: Технологические рекомендации. – М.: Россельхозакадемия, 2009. – 32 с.
  2. Черноиванов В.И., Северный А.Э., Зазуля А.Н., Прохоренков В.Д., Петрашев А.И., Князева Л.Г., Вигдорович В.И. Сохраняемость и противокоррозионная защита техники в сельском хозяйстве. - М.: Изд-во ГОСНИТИ, 2009. – 285 с.
- 

УДК 621.704

## **ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ НАПЛАВКА ИЗНОСОСТОЙКИХ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА И ЛЕГИРОВАНИЕМ НАПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ**

*Кудина А.В., к.т.н., Воробьев Н.А., к.т.н., Кураш В.В., к.т.н., доц. (БГАТУ)*

### **Введение**

Создание современной конкурентоспособной сельскохозяйственной техники и технологического оборудования сопряжено с необходимостью разработки новых технологий, базирующихся на концепции системного подхода к обеспечению и поддержанию надежности и долговечности, а так же ряда других эксплуатационных свойств технических систем. Для повышения надежности первостепенное значение приобретает повышение износостойкости рабочих поверхностей деталей. Отечественный и зарубежный опыт показывают, что для повышения износо- и коррозионной стойкости деталей машин широко применяются защитные металлопокрытия. Это объясняется простотой технологии и экономичностью, как правило, они не связаны с расходом дефицитных материалов. Требуемые свойства наплавленного слоя обычно получают легированием, то есть введением в его состав легирующих примесей. Методы легирования и способы наплавки взаимосвязаны: выбранный способ наплавки, как правило, диктует рациональный метод легирования и, наоборот, эффективный метод легирования требует применения соответствующего способа наплавки.

В ремонтном производстве сельскохозяйственных машин широко применяется наплавка изношенных поверхностей деталей как наиболее эффективный и наименее трудоёмкий технологический процесс их восстановления. Восстанавливая рабочие поверхности наплавкой путём применения композиционных присадочных материалов и экспериментально полученных технологических режимов наплавки, можно получать заданные физико-механические характеристики восстановленных покрытий, превышающие в несколько раз свойства первоначальных поверхностей. Легирование наплавленных слоев позволяет получать рабочие поверхности деталей с износостойкими, кислотоупорными, жаростойкими, антифрикционными и другими свойствами. В условиях

сельскохозяйственного производства и переработки сельхозпродукции наиболее актуальным является формирование износо - коррозионностойких металлопокрытий с низкой водородопроницаемостью.

В результате воздействия абразивных частиц, техногенной среды и биологических факторов в трибомеханических системах интенсифицируются процессы изнашивания, что приводит к снижению долговечности деталей машин и технологического оборудования в 1,5...2 раза по сравнению с нормативной. Повышение долговечности деталей узлов и механизмов машин и технологического оборудования может быть достигнуто путём применения защитно-упрочняющих покрытий с легированием последних.

### *Основная часть*

Для повышения износостойкости деталей машин и оборудования широко применяется нанесение на их рабочие поверхности защитно-упрочняющих покрытий. Известно, что присутствие в покрытиях сотых и тысячных долей процента газовых и неметаллических примесей снижает механические характеристики и свойства последних. Обработка жидкого металла ультразвуком позволяет очистить жидкий металл от неметаллических включений путем вынесения на поверхность ванны из расплава мельчайших газовых пузырьков и частиц окислов, нитридов, сульфидов и др. При ультразвуковой обработке расплавленного металла не только снижается брак (пористость), но и повышаются физико-механические характеристики конструкционных материалов [1-3].

При исследованиях режимов наплавки с порошковым присадочным материалом важным условием является тщательный подбор скорости газопорошковой смеси. Это связано с тем, что высокоскоростная струя может нарушить формирование наружной поверхности покрытия, вызвать седлообразность наплавляемых валиков, наплывы, выплескивание жидкого металла из ванны. Струя с малой скоростью не обеспечивает проникновение частиц с небольшой плотностью на необходимую глубину, а это приводит к неравномерности легирования покрытия по высоте. Для порошков из сплавов для наплавки с гранулометрическим составом до 800 мкм оптимальная среднерасходная скорость газа на выходе из сопла равна 4...7 м/с [4,5]. Размеры зоны ввода порошка не должны превышать размеров зеркала наплавочной ванны, т.к. в противном случае возрастают потери дорогостоящих лигатур. Подача на электродную проволоку ультразвуковых колебаний (УЗК) способствует измельчению и диспергированию расплавленного металла при каплепереносе [6].

Для определения оптимальных режимов наплавки проводились экспериментальные наплавки и рентгеноструктурный анализ сформированных валиков. Электродуговая наплавка образцов выполнялась проволокой СВ-08Г2С ГОСТ 2246-70 при введении в расплав металла порошковой присадки ПГ-СРЗ ГОСТ 21448-75 и подачей УЗК на электродную проволоку [6]. По полученным данным выбраны оптимальные режимы наплавки. Частота ультразвуковых колебаний выбиралась на основании экспериментальных данных, а амплитуда УЗК ограничивалась согласно рекомендации [6]. Для выполнения экспериментов была выбрана амплитуда колебаний 9...10 мкм.

Регулирование размера зоны ввода порошка осуществляли за счет изменения сопла (диаметр выходного отверстия). Размеры зоны ввода определяли по формулам [6]. Расчетная величина ее составила 5...10 мм. Газопорошковая струя оказывает существенное влияние на спутный поток защитного газа. При отношении скорости спутного потока к скорости на оси начального участка струи меньше  $m = 0,5...0,6$  изменяется структура потока, увеличивается его неоднородность, что приводит к нарушению защиты зоны наплавки. Увеличение расстояния между соплом и жидким металлом от 1,5...2,5 диаметра выходного отверстия сопла не вызывает существенных изменений в процессе растекания струи вдоль поверхности плоской детали.

Микро- и макроструктурный анализ показал, что покрытия имеют однородную

**Секция 5: Эксплуатация  
сельскохозяйственной техники**

структуру с равномерным распределением легатуры, что свидетельствует о качестве покрытия в наплавленных валиках. Применение ультразвуковой обработки с введением в расплав частиц твердосплавного порошкового материала позволило существенно повлиять на температурный порог метастабильности, что резко увеличило скорость зарождения кристаллов в присутствии частиц порошка, и позволило формировать мелкозернистую структуру. Концентрация твердых частиц достигает 50...60% [6]. Следовательно, при подборе соответствующих твердосплавных частиц (порошков) можно получить покрытия с высокой относительной износостойкостью  $\sim \varepsilon = 5...7$ .

При исследованиях влияния УЗК на физико-механические свойства наплавленной поверхности и зоны наплавки основного металла применяли методы металлографии, ультразвуковой и рентгеноструктурный анализ [6].

Применение УЗК при наплавке приводит к изменению структуры поверхностей как наплавленных валиков, так и основного материала, что показывают результаты выполненных исследований: в зоне основного металла происходит измельчение зерен в 2...3 раза, в самой наплавленной поверхности структура формируется плотной мелкозернистой с включением (равномерным) твердых частиц порошкового материала. Структурные изменения сопровождаются изменением свойств материалов. Так зона термического влияния (ЗТВ) имеет наименьшую поверхностную твердость как в исходном, так и после наплавки с УЗК состояниях. Это связано с обезуглероживанием поверхности при сильном нагреве в процессе наплавки. Наблюдается плавный переход к уровням твердости основного металла и наплавленного валика [6].

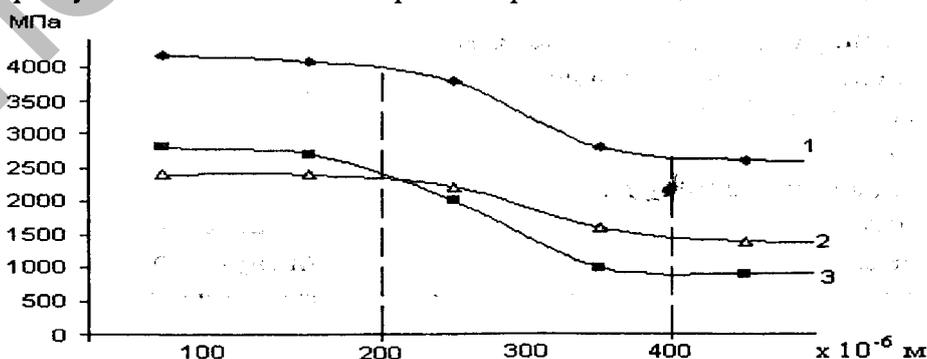
Распределение твердости в металле представлено на рис. 1, а распределение микротвердости в поверхностных слоях зон на рис. 2.



I - наплавленный металл; II - зона термического влияния; III - основной металл

Рисунок 1 – Распределение твердости в зоне наплавленного соединения

Несколько большая твердость валика, наплавленного с УЗК, объясняется природой воздействия ультразвуковых колебаний на процесс кристаллизации металла.



1-наплавленный валик; 2-основной металл; 3-зона термического влияния

Рисунок 2 – Распределение микротвердости в поверхностных зонах наплавленного с УЗК соединения

Снижение обезуглероживания в зоне термического влияния, практически до исходного значения и понижение твердости металла в этой зоне можно объяснить снижением температурного градиента за счет введения в расплав порошка и от воздействия УЗК. По характеру кривых можно заключить, что ультразвуковые колебания обеспечивают образование сжимающих напряжений в поверхностном слое и ЗТВ, уменьшая при этом градиент напряжений, возникающих на линии сплавления и границе перехода к основному металлу.

#### **Заключение**

Исследования по влиянию ультразвуковой обработки на твердость наплавленного слоя с включением присадочного материала из легирующей композиции показывают, что такая технология наплавки повышает прочностные характеристики металла в 2...3 раза, увеличивает твердость поверхности на 20...25%, а циклическую долговечность в 2...3 раза. Результаты полученных исследований применены для разработки и внедрения упрочняющих технологий восстановления поверхностей деталей машин и механизмов для повышения их износостойкости и долговечности.

#### **Литература**

1. Ультразвуковые колебания и их влияние на механические характеристики конструкционных материалов. Сб. научных трудов / под ред. В.А.Кузменко Киев: Наукова думка, 1986.
2. Агранат Б.А., Дубовин М.Н., Хавский Н.Н., Эскин Г.П. Основы физики и техники ультразвука. М.: Высшэйшая школа, 1987.
3. Проценко П.П., Привалов Н.Т. Влияние легирующих элементов на перенос электродного металла при дуговой сварке в защитных газах.//Автоматическая сварка, 1999,№12.- с.29-33.
4. Ивашко, В.С. Формирование качественных износостойких металлопокрытий способом электродуговой наплавки в ультразвуковом поле с введением в расплав твердосплавной порошковой присадки / В.С. Ивашко, В.В. Кураш, А.В. Кудина // Теория и практика машиностроения.– 2003. – №2. – С.77 – 81.
5. Спиридонов, Н.В. Влияние режимов и способов введения порошковой присадки на качество наплавленного слоя в среде углекислого газа / Н.В.Спиридонов, В.В. Кураш, А.В. Кудина, В.В. Хроленок // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2007.– № 6. –С.24 – 27.
6. Кудина А.В. Технология формирования износ-коррозионностойких композиционных металлопокрытий электродуговой наплавкой с применением ультразвука. / Автореферат дис-ии на соискание учёной степени канд. технич. наук по специальности 05.03.01. Мн.: БНТУ, 2009.-22с.

УДК 631.554

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ**

*Ерохин Г.Н., к.т.н., с.н.с. (ГНУ ВНИИТнН Россельхозакадемии, г. Тамбов)*

#### **Введение**

В существующих производственных условиях, когда происходит бурное развитие рынка комбайнов и услуг, варианты комбайнового обеспечения уборки зерновых культур у аграрного товаропроизводителя могут быть разнообразными [1]. Однако в большинстве случаев они сводятся к следующим вариантам:

базовый - используются все имеющиеся в собственности аграрного