

тельности процесса. Скорость конденсации покрытия зависит от технологических параметров его осаждения. Она возрастает с увеличением тока дуги и убывает с увеличением напряжения на подложке и давления реакционного газа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянов В.А., Иванов И.А., Мрочек Ж.А. Вакуумно-плазменные способы формирования защитных и упрочняющих покрытий/ Мн.: 1998.- 284 с. 2. Иващенко С.А., Фролов И.С., Мрочек Ж.А. Газотермические и вакуумно-плазменные покрытия со специальными физико-механическими свойствами. – Мн.: УП «Технопринт», 2001.- 236 с.

УДК 621.7

В.С. Ивашко, Г.Ф. Бетенья, Г.И. Анискович, А.В. Кривцов

## РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЧВОРЕЖУЩИХ ДЕТАЛЕЙ

*Белорусский государственный аграрный технический университет  
Минск, Беларусь*

Технический уровень рабочих органов почвообрабатывающей техники (лемеха и долота плугов; лапы культиваторов; зубья и сферические диски борон) предопределяет качество технологического процесса обработки почвы, его энергоемкость, а также надежность машин в целом.

Применяемые материалы, технология упрочнения и конструкция деталей остаются неизменными с 50-х годов. Интенсификация почвообрабатывающих операций связана с необходимостью повышения физико-механических и эксплуатационных свойств деталей.

Зарубежные аналоги по сравнению с отечественными изделиями имеют ресурс в 2..3 раза выше. Для этих целей используются материалы и технологии ("Rabedur", "Conit", "Dreilagenmaterial"), позволяющие получить следующие физико-механические свойства: твердость рабочей поверхности — до 64 HRC, прочность  $\sigma_{\text{н}} = 1600 \dots 2100$  МПа, ударную вязкость  $a_{\text{н}} \approx 0,8 \dots 1,0$  МДж/м<sup>2</sup>.

Накопленный опыт по проектированию и экспериментальному производству почворежущих деталей повышенной износостойкости и работоспособности позволяет рекомендовать к применению сталь 60ПП и биметаллическую конструкцию режущей части изделия.

Сталь 60ПП после закалки ( $T_c = 850^\circ\text{C}$ , скорость индукционного нагрева 30 град/с, охлаждение водяным душем) и низкого отпуска ( $T_0 = 180^\circ\text{C}$ ) позволяет достичь твердости 58...64HRC, прочность  $\sigma_s = 2100...2300$  МПа, ударной вязкости  $a_k = 1,2$  МДж/м<sup>2</sup>.

При биметаллической конструкции режущей части достигается самозатачивание в процессе эксплуатации лезвийного инструмента. Определяющими параметрами при проектировании таких изделий являются соотношение толщин слоев и их износостойкости, угол установки режущего профиля.

Для получения биметаллического профиля наиболее рациональным для серийного производства является наплавка диффузионным намораживанием из расплава.

Производительность рабочего поста для наращивания износостойкого сплава диффузионным намораживанием составляет до 200...350 изделий в час.

Расход электроэнергии на наплавку почворежущего профиля одной детали составляет в пределах 0,25...0,75 кВт\*ч. Затраты находятся в пределах 25...30 процентов по отношению к затратам на производство одноименной детали заводского изготовления.

При закалке основного металла изделия не применяется в качестве охлаждающей среды масло. Закалка осуществляется с применением спрейсного охлаждения водой и является экологически чистой технологией.

Ресурс упрочненных деталей более чем в 2...3 раза превышает ресурс базовых изделий. Внедрение технологии обеспечит сокращение расхода металла на производство почворежущих деталей

Деталь, изготовленная по такой технологии, в процессе эксплуатации имеет повышенную прочность, износостойкость и сохраняет заданный режущий профиль, т.е. самозатачивается.

Для оценки геометрических параметров биметаллического почворежущего профиля используется коэффициент ( $K_{\text{бм}}$ ), характеризующий соотношение толщин слоев твердого и основного металлов.

$$K_{\text{бм}} = \frac{h_T}{h_T + h_0} \leq 0,35 ,$$

где  $h_T$ ,  $h_0$  — толщина слоя соответственно твердого сплава и основного металла, мм

При определении величины  $K_{\text{бм}}$  принимались следующие условия: толщина  $h_1 = 3,5 \pm 0,5$  мм, а общая толщина биметаллического режущего профиля не превышает 12...14 мм.

Для оценки эксплуатационных свойств, характеризующихся обеспечением стабилизированного почворежущего профиля с учетом правила аддитивности износостойкости его составляющих используется коэффициент формы профиля

$$K_{\text{фп}} = \frac{h_T * \varepsilon_T}{h_T * \varepsilon_T + h_0 * \varepsilon_0} \leq 0,5 ,$$

где  $\epsilon_T$ ,  $\epsilon_0$  — коэффициенты относительной износостойкости соответственно твердого сплава и основного металла.

Разработанная технология изготовления почворежущих деталей с биметаллическим профилем режущей части, в отличие от монометаллической конструкции, позволяет сохранить стабилизированный профиль с углом резания не более 30°C. Монометаллические почворежущие профили из углеродистых сталей, как однородных, так и неоднородных по сечению по твердости, не дают положительного результата в обеспечении самозатачивания в абразивной среде. Это объясняется тем обстоятельством, что относительная абразивная и износостойкость закаленного слоя углеродистых сталей даже при твердости 60...65HRC, недостаточно для достижения его направленного износа и обеспечения стабильной работоспособности режущей кромки.

УДК 681.122.089.6

А.Н. Карташевич, Л.А. Чернобай, В.В. Лисовский, А.Л. Чернобай

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СЛУЧАЙНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СЧЕТЧИКОВ ГАЗА

*Белорусский государственный аграрный технический университет  
Минск, Беларусь*

Проблема повышения точности промышленного учета расходования газа, в связи с постоянным повышением мировых цен на энергоносители, является весьма актуальной для всех отраслей народного хозяйства. Из всех разработанных в Республике счетчиков газа, наиболее точными и совершенными являются ультразвуковые, возможности повышения метрологических характеристик которых еще далеко не исчерпаны.

В настоящей работе описывается аппаратно-программный комплекс для определения случайной составляющей относительной погрешности при измерении контрольных объемов ультразвуковыми счетчиками. Данные счетчики измеряют объем газа, протекающего через мерный участок первичного преобразователя, путем измерения разности времени ДТ при зондировании акустическим импульсом по и против потока. Систематическая составляющая задержка ультразвукового сигнала относительно момента излучения выражается в виде:

$$t_{\text{зад}} = \frac{L}{c \pm v} + \tau_{\text{за}}, \quad (1)$$

где:  $c$  — скорость распространения ультразвука в среде в момент излучения;  $v$  — скорость потока газа;  $\tau_{\text{за}}$  — суммарная составляющая задержки при преобразовании элек-