



УДК 621.793.927.7:669.018.25

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКИ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ТОЛЩИНЫ НАПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ

Ч. В. ПУЛЬКА, В. С. СЕНЧИШИН, В. Я. ГАВРИЛЮК, М. С. БАЗАР

Тернопольский национальный технический университет им. И. Пулюя.

46001, Тернополь, ул. Русская, 56. E-mail: v\_gavryliuk@mail.ru

При изготовлении и ремонте режущего инструмента сельхозтехники находит применение индукционная наплавка. Наплавленные слои повышают износостойкость инструмента. При этом важным является учет толщины наплавленного слоя. В статье представлены результаты исследований геометрических характеристик слоя металла, наплавленного индукционным способом износостойкими порошкообразными материалами по четырем технологическим схемам. Показано, что применение экранов, горизонтальной вибрации и вращения наплавляемой детали повышает стабильность геометрических характеристик слоя наплавленного металла на 22 % по сравнению с традиционной индукционной наплавкой. Разработана методика для измерения геометрических характеристик слоя металла, наплавленного индукционным способом, которая позволяет повысить точность измерения, а также контролировать стабильность толщины слоя при разработке новых технологических процессов индукционной наплавки тонких плоских деталей. Библиогр. 8, рис. 3.

*Ключевые слова:* индукционная наплавка, индуктор, режимы наплавки, тепловой и электромагнитный экраны, толщина наплавленного слоя, вращение, горизонтальная вибрация

В сельхозмашиностроении индукционную наплавку используют для повышения износостойкости лемехов плугов, культиваторов, ножей-ботворезов и т. д. [1, 2]. Особую сложность представляет задача наплавки тонких стальных дисков — ножей-ботворезов свеклоуборочных комбайнов зубчатой формы, относительно больших размеров и сложной конфигурации (рис. 1). Диаметр диска ножа-ботвореза составляет 420 мм, ширина наплавленного слоя 30 мм, толщина основного и наплавленного металла соответственно 3 и  $1^{+0,5}_{-0,2}$  мм [3]. При этом ширина зоны наплавки больше высоты самого зуба.

Как правило, механическая обработка слоев, наплавленных индукционным способом на рабочие органы сельскохозяйственных машин, не производится. По этой причине важное значение име-

ет выбор таких режимов наплавки, которые бы обеспечивали заданные значения геометрических характеристик наплавленных слоев непосредственно после наплавки. В первую очередь это касается толщины наплавленного слоя металла, от которой зависит износостойкость и самозатачивание наплавленных рабочих органов. Кроме того, при разработке новых технологических процессов с использованием индукционной наплавки [3] очень часто необходимо контролировать и сравнивать влияние того или иного технологического процесса наплавки на геометрические характеристики наплавленного слоя металла.

Целью данной работы является исследование влияния технологических схем индукционной наплавки износостойкими порошкообразными сплавами на размеры слоев наплавленного металла.

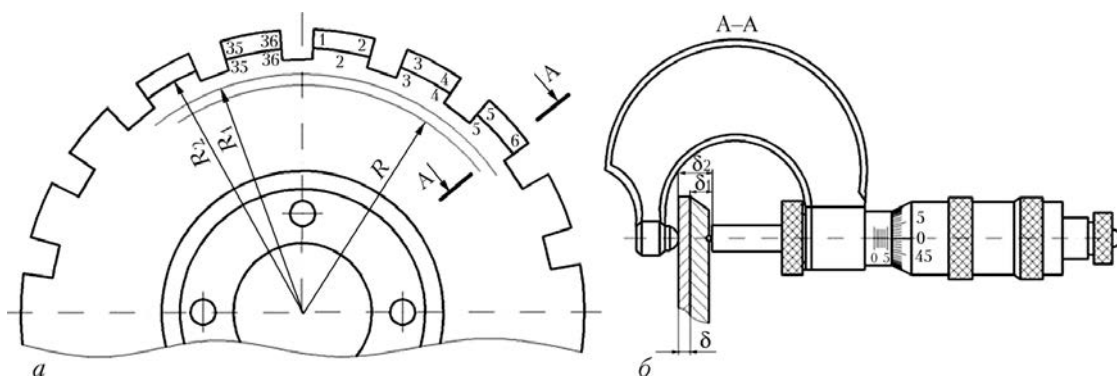


Рис. 1. Схема конфигурации ножа-ботвореза свеклоуборочного комбайна (а), сечение ножа по А–А с устройством для замера толщины наплавленного слоя (б)

© Ч. В. Пулька, В. С. Сенчишин, В. Я. Гаврилюк, М. С. Базар, 2013

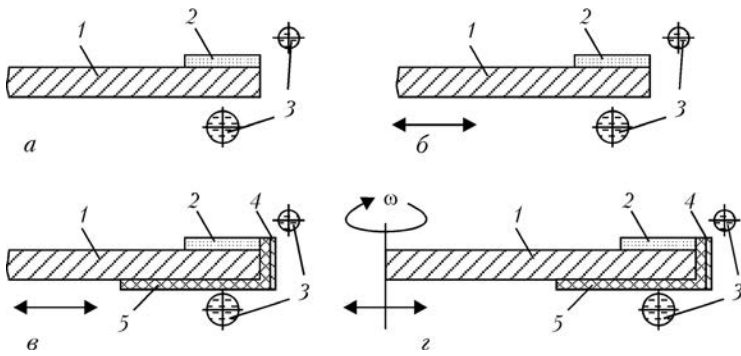


Рис. 2. Схемы индукционной наплавки, используемые при проведении исследований: *a* — без вибрации наплавляемой детали; *b* — с горизонтальной вибрацией наплавляемой детали; *в* — с горизонтальной вибрацией наплавляемой детали с использованием теплового и электромагнитного экранов; *г* — то же, но с дополнительным вращением наплавляемой детали; 1 — деталь; 2 — слой наплавленного металла; 3 — двухвитковый кольцевой индуктор; 4, 5 — соответственно электромагнитный и тепловой экраны. Стрелками показано направление приложения вибрации и вращения

Поскольку существующие методы и приборы для оценки геометрических характеристик наплавленных слоев сложны в конструктивном исполнении [4] и дают большую погрешность при измерении, в работе уделено внимание современным устройствам и методикам измерений, которые позволяют замерять толщину наплавленного металла с большей точностью и меньшей погрешностью.

В данной работе исследованы геометрические характеристики наплавленных слоев для четырех технологических схем индукционной наплавки тонких дисков (рис. 2, *a-г*) [5, 6]. Толщину наплавленного слоя изучали по следующей методике.

На диске с помощью специального устройства с шариком на торце выполняли полусферические выемки в 36 точках по окружности радиусом  $R_2 = 202,5$  мм, как показано на рис. 1, *a*, со стороны, противоположной наплавляемой поверхности диска (см. рис. 1, *b*). Затем с помощью микрометра, а также другого шарика аналогичного диаметра, служащего опорой для губок микрометра (одна губка которого полусферическая, а другая — с плоской поверхностью), измеряли толщину  $\delta_1$  основного металла до наплавки (см. рис. 1, *b*). Шарик необходим для повышения точности измерения толщины наплавленного металла в каж-

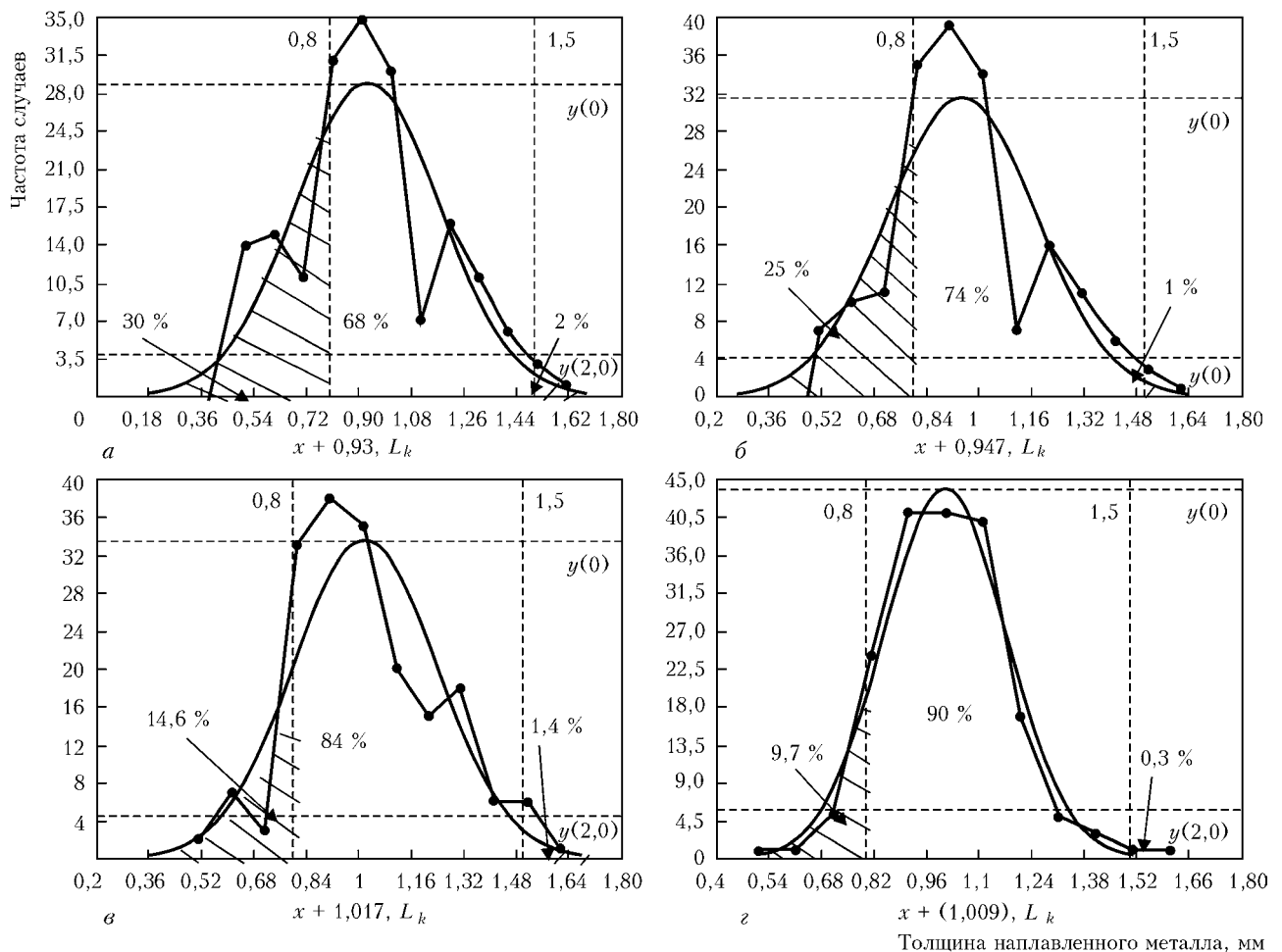


Рис. 3. Кривые нормального распределения толщины слоя металла (сплошная кривая  $y(x)$ ) и кривые рассеяния фактических размеров (ломаная кривая  $m_k$ ) по схемам соответствия рис. 2, *a-г*



дой из 36 точек, поскольку при индукционной наплавке тонких дисков на поверхности, противоположной наплавляемой, образуется окалина, при измерении микрометром толщины наплавленного металла без шариков могут возникнуть большие погрешности.

Толщину  $\delta$  наплавленного слоя определяли как разницу толщин наплавленного диска  $\delta_2$  и основного металла  $\delta_1$ . При исследовании использовали диски, изготовленные из стали ВСт3 и наплавленные индукционным способом порошкообразным сплавом ПГ-С1 (сормайт-1). Для наплавки использовали высокочастотный генератор ВЧГ6-60/0,44.

Обработку результатов измерений толщины наплавленного слоя производили с помощью методов математической статистики [7, 8] по специально разработанному алгоритму.

Кривые рассеяния фактических размеров и кривые нормального распределения толщины наплавленного слоя для исследуемых схем индукционной наплавки приведены на рис. 3. Незащищенные области, находящиеся под кривой нормального распределения, теоретически представляют собой процентную долю деталей, у которых толщина наплавленного металла находится в поле допуска.

При индукционной наплавке по схеме рис. 2, *з* в поле допуска попадают 90 % замеров толщин наплавленного металла, что на 22 % больше, чем при наплавке по схеме рис. 2, *а*. В этом случае более равномерная толщина наплавленного слоя достигается за счет совместного использования горизонтальной вибрации, тепловых и электромагнитных экранов, а также центробежных сил, обеспечивающих равномерное распределение жидкого металла в зоне наплавки.

## Выводы

1. Разработанная методика для измерения геометрических характеристик слоя металла, наплавленного индукционным способом, позволяет повысить точность измерения, а также контролировать стабильность толщины слоя при разработке новых технологических процессов и режимов индукционной наплавки тонких плоских деталей.

2. Технология индукционной наплавки ножеобразных вибраторов с горизонтальной вибрацией наплавляемой детали с использованием теплового и электромагнитного экранов и дополнительного вращения наплавляемой детали повышает стабильность геометрических характеристик слоя наплавленного металла на 22 % по сравнению с традиционной индукционной наплавкой без использования экранов и дополнительного механического воздействия на кристаллизующийся наплавленный металл.

1. *Рябцев И. А.* Наплавка деталей машин и механизмов. — Киев: ЕкоТехнологія, 2004. — 160 с.
2. *Сенчишин В. С., Пулька Ч. В.* Современные методы наплавки рабочих органов почвообрабатывающих и уборочных сельскохозяйственных машин // Автомат. сварка. — 2012. — № 9. — С. 48–54.
3. *Пулька Ч. В.* Технологічна та енергетична ефективність індукційного наплавлення тонких сталевих дисків: Дис. д-ра техн. наук. — К., 2006. — 368 с.
4. *Боль А. А.* Развитие индукционной наплавки в сельскохозяйственном машиностроении // Технология. — 1984. — Вып. 3. — С. 38.
5. *Влияние вибрации на структуру и свойства металла, наплавленного индукционным методом / Ч. В. Пулька, О. Н. Шаблій, В. С. Сенчишин и др.* // Автомат. сварка. — 2012. — № 1. — С. 27–29.
6. *Пулька Ч. В., Гаврилюк В. Я., Сенчишин В. С.* Совершенствование оборудования и технологии индукционной наплавки // Свароч. пр-во. — 2013. — В печати.
7. *Колкер Я. Д.* Математический анализ точности механической обработки деталей. — Киев: Техніка, 1976. — 200 с.
8. *Барабашук В. И., Креденцер Б. П., Мирошниченко В. И.* Планирование эксперимента в технике. — Киев: Техніка, 1984. — 200 с.

Поступила в редакцию 30.01.2013

## Корпорация ВСМПО-АВИСМА обретает новых партнеров в медицинском сообществе

Корпорация ВСМПО-АВИСМА приняла участие в крупнейшей медицинской выставке «American Academy of Orthopaedic Surgeons», которая состоялась с 19 по 23 марта в Чикаго. Впервые в этом году корпорация разместила в павильонах всемирного салона свой стенд, представив образцы титановых прутков, труб, листов и плит, изготовленных в соответствии с международным стандартом, предъявляемым к производителям медицинских изделий. Во время работы выставки состоялось подписание трехлетнего контракта на поставку титанового проката для компании «Orchid Orthopedic Solutions» — крупнейшего производителя имплантатов.