

**ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
НАПЛАВКИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С РЕГЛАМЕНТИРОВАННЫМ
РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ СВОЙСТВ**

Показано, что для формирования дуговой наплавкой швов регламентированной формы необходимо применение специализированного оборудования. Разработано автоматизированное оборудование для реализации таких технологических процессов, обеспечивающее высокую точность траектории перемещения электрода, надежность и простоту в обслуживании.

Рост единичных мощностей и размеров металлургического оборудования, повышение его быстродействия и производительности сопровождаются ужесточением условий работы отдельных узлов, деталей машин и инструмента. К таким элементам, работающим в условиях высоких статических и динамических нагрузок, градиентов температур, агрессивной среды, подвергающихся многим видам износа, относятся детали запорной арматуры металлургических агрегатов, прокатные валки, ролики, транспортирующие горячий металл, и др. Учитывая высокую стоимость производства и ремонта, различные, а порой и альтернативные требования к отдельным их элементам, (для прокатных валков, роликов рольгангов, формирующих роликов машин непрерывного литья заготовок - к шейкам, бочке, к различным участкам её рабочей поверхности, трещинам; для элементов запорной арматуры - к контактному поясу, остальной поверхности, элементам крепления) для увеличения срока их службы и обеспечения высоких эксплуатационных характеристик рабочие поверхности изнашивающихся элементов подвергают упрочнению наплавкой [1 - 2]. Повышение эксплуатационных характеристик наплавляемого рабочего слоя обычно достигается выбором и оптимизацией химического состава электродных материалов с предварительной и (или) последующей, в случае необходимости, термической обработкой [3 - 4]. Возможности повышения качества наплавленного металла при таком подходе в настоящее время практически исчерпаны. При этом в процессе эксплуатации упрочнённых изделий их поверхность, подвергаясь различного рода воздействиям (термическим, механическим и др.), изнашивается, разрушается. На характер износа и разрушения упрочнённой поверхности сказываются особенности, характерные для дуговой наплавки последовательным наложением отдельных валиков с их перекрытием [5 - 7]. К основным из этих недостатков следует отнести высокую неоднородность свойств наплавленного металла, способствующую неравномерности его износа, преимущественному образованию ориентированных в одном направлении трещин разгара и других дефектов на поверхности изделия. Это приводит к ухудшению качества выпускаемой продукции, снижению срока службы, как упрочнённых деталей, так и всего агрегата в целом. В этой связи работы в данном направлении являются актуальными.

Совершенствование процесса наплавки деталей металлургического оборудования осуществляется разными путями: разработка и использование оптимально легированных электродных и присадочных материалов [3 - 4], модернизация оборудования [8], а также применение новых технологических приемов, повышающих эксплуатационные характеристики

¹ ПГТУ, аспирант

² ПГТУ, д-р техн. наук, профессор

³ ПГТУ, канд. техн. наук, доцент

наплавленного слоя. Возможности первых двух направлений ограничены. В этих условиях перспективно применение технологий наплавки, ориентированных на создание в наплавленном слое разно ориентированных макроучастков с регламентированным распределением свойств, сформированных за счет управления в процессе наплавки траекторией перемещения электрода относительно упрочняемой поверхности.

Одним из путей реализации этой задачи при дуговой наплавке является формирование рабочего слоя швами требуемой формы [9 - 11]. Для осуществления такого процесса наплавочное оборудование должно обеспечивать управляемую траекторию перемещения электрода относительно вектора скорости наплавки.

Использование серийно выпускаемого оборудования (например, подвесных головок АД-231) для наплавки швов сложной конфигурации сопряжено с трудностями из-за их ограниченных технологических возможностей и низкой работоспособности, особенно в условиях повышенных температур и запыленности, отсутствием возможности синхронизации процесса колебаний электрода с перемещениями наплавочного аппарата и изделия. В этих условиях для обеспечения формирования швов требуемой формы необходима разработка оборудования для осуществления колебаний электрода по требуемому закону с учетом привязки координат элементов шва к наплавляемой поверхности.

Проблема привязки координат участков криволинейного шва к наплавляемой поверхности относительно просто решается применением современного электронного оборудования и датчиков положения наплавляемого изделия, торца электрода, а также наплавочного аппарата относительно этого изделия и в настоящее время реализована авторами.

Задачей исследования являлось проектирование и опытно-промышленная проверка различных вариантов навесного оборудования, обеспечивающего формирование трещиностойкого наплавленного слоя швами регламентированной формы за счет управления траекторией перемещения электрода.

Управлением векторами скоростей, коллинеарных с векторами перемещения электрода и изделия, теоретически возможно обеспечить любую пространственную траекторию шва (с учетом формы поверхности изделия). Однако при практической реализации поставленной задачи возникает ряд проблем, которые ограничивают эти возможности.

В результате ранее проведенных исследований [8-11] определены оптимальные траектории формирования наплавленных валиков, обеспечивающие высокие эксплуатационные свойства упрочненных поверхностей (Рис.1), из которого видно, что для обеспечения точной траектории перемещения торца электрода в процессе наплавки необходимо изменять как скорость его поперечных колебаний, так и направление перемещения.

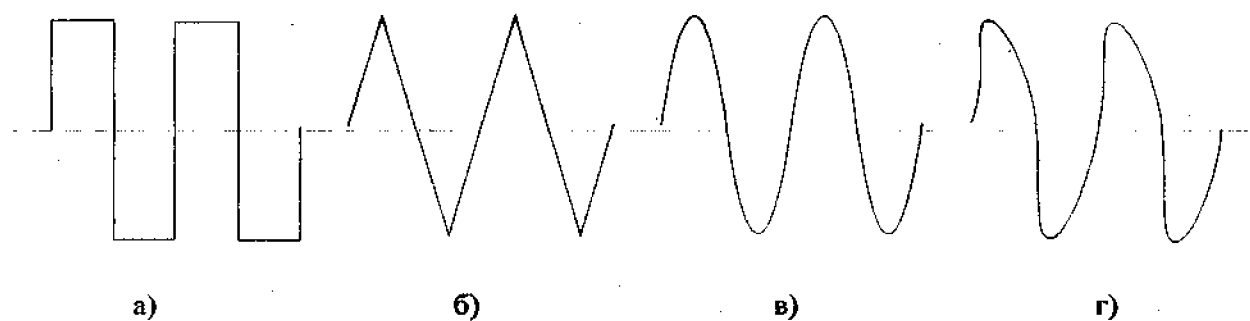


Рис. 1 – Траектории перемещения электрода при дуговой наплавке

Поскольку подавляющее большинство восстанавливаемых наплавкой деталей прокатного, металлургического и др. оборудования обладает значительными массой и, соответственно, инерцией, изменение вектора скорости наплавки, как по модулю, так и по направлению целесообразно осуществлять за счет вектора скорости перемещения электрода.

Таким образом, главной задачей является точное и безынерционное преобразование вращательного движения вала электродвигателя в линейное перемещение электрода по

заданному закону, что особенно сложно в местах резкого изменения траектории и направления перемещения. Это налагает жесткие требования к механизму перемещения электрода.

Любые изменения скорости вращения электрического двигателя привода колебаний электрода, а тем более резкие динамические торможения и реверс его приводят к значительному росту потребляемого тока, что, в свою очередь, способствует перегреву двигателя и выходу его из строя. В этой связи при относительно медленных изменениях скорости в электрической схеме привода можно предусмотреть меры по ограничению потребляемого двигателем тока на максимально допустимом уровне. Сложнее решить задачу быстрого изменения скорости и направления движения электрода. Для ее решения можно использовать кинематические схемы привода, преобразующие вращательное движение ведущего вала в колебательные - рабочего органа, например, введением в конструкцию редуктора двух промежуточных валов, вращающихся в противоположные стороны и вводимых в поочередное зацепление с выходным валом с помощью электромагнитных муфт, или использованием кривошипно-шатунного механизма.

Для решения этой задачи разработаны навесные блоки для осуществления колебательных перемещений электрода. Кинематические схемы разработанных приводов приведены на рис.2. Привод с использованием зубчатой рейки, представленный на рис.2,а, является наиболее простым в исполнении и настройке, позволяет формировать траекторию с резкими перегибами валиков для создания наплавляемого слоя повышенной трещиностойкости [12]. Применение данного механизма позволяет в широких пределах управлять характером колебаний электрода (рис.1а,б,в). Недостатком данного варианта конструкции является открытое исполнение зубчатой передачи, что приводит к быстрому накоплению загрязнения в соединении и сбоям в работе.

Исполнение блока в виде кривошипно-шатунного механизма (КШМ) позволяет применять защитный кожух, что повышает надежность устройства (рис.2,б). Реверсирование перемещения рабочего органа в нем можно производить изменением направления вращения двигателя или с помощью магнитных муфт, использование которых дает возможность осуществить практически мгновенное реверсирование без остановки и смены вращения двигателя. При наплавке швов этим механизмом их форма искажается (рис.1 г).

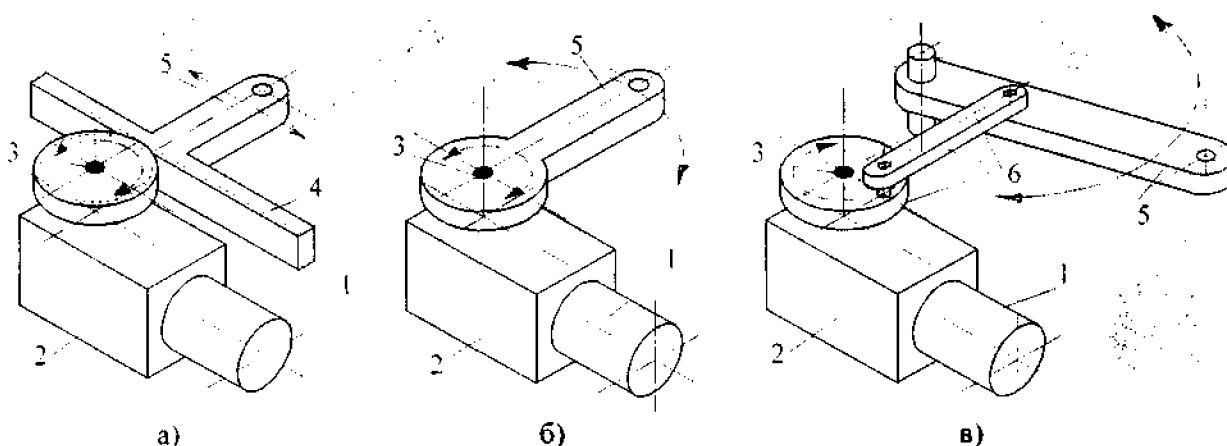


Рис. 2 - Кинематические схемы блоков управления перемещением электрода:

1 - электродвигатель; 2 - редуктор; 3 - выходной вал редуктора; 4 - зубчатая рейка; 5 - исполнительный орган; 6 - кривошипно-шатунный механизм.

Блок управления перемещением электрода (рис.2,в) за счет кривошипно-шатунного механизма напрямую преобразует вращательное движение электродвигателя в колебательные движения торца электрода. Недостатком устройства является изменение скорости поперечного перемещения электрода в пределах цикла колебания, а также искажение траектории колебания (рис.1 г), что отрицательно сказывается на качестве наплавляемой поверхности.

Спроектированные блоки изготовлены в условиях Приазовского государственного технического университета и прошли промышленные испытания при наплавке крупных прокатных валков, роликов, запорной арматуры засыпных аппаратов доменных печей в условиях ММК им. Ильича, г. Мариуполь и Днепропетровского завода металлургического оборудования (рис.3). Внешний вид наплавленной поверхности приведен на рис.4.

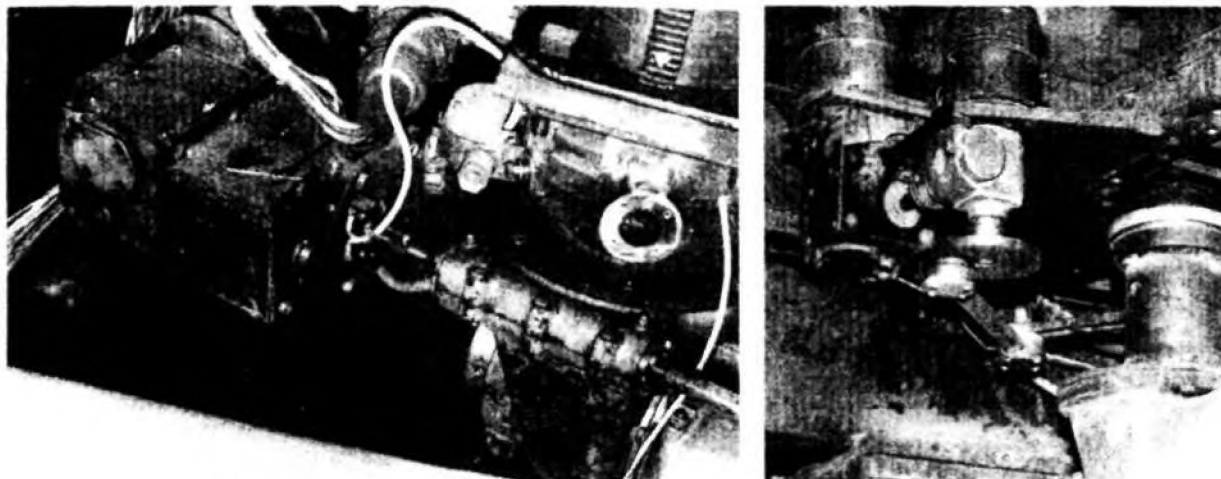


Рис.3 – Внешний вид приводов колебания электрода

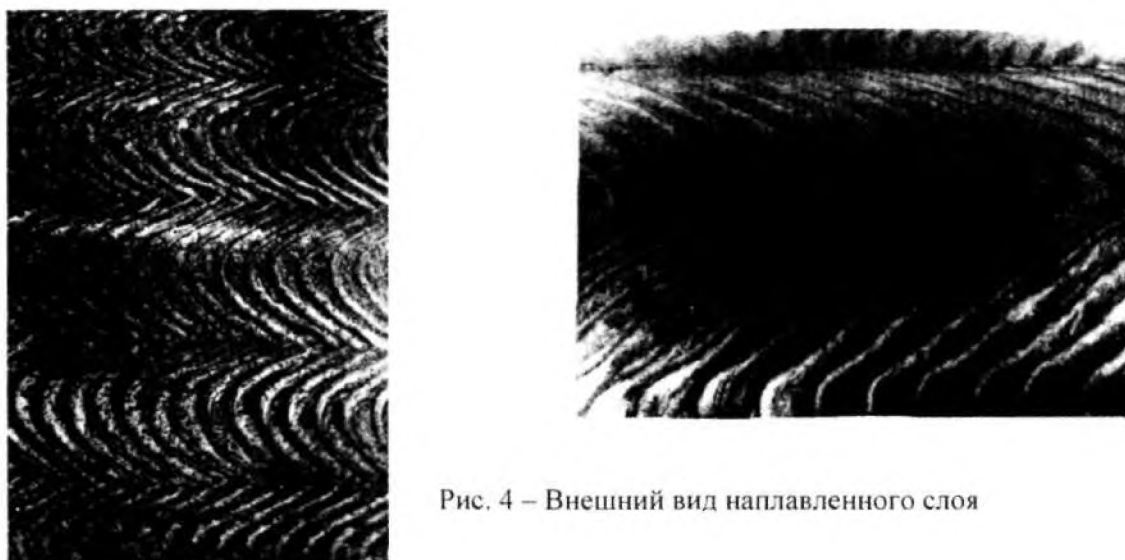


Рис. 4 – Внешний вид наплавленного слоя

Эксплуатация наплавленных изделий показала перспективность применения предлагаемых авторами технологических процессов и оборудования для повышения служебных характеристик металлургического оборудования и целесообразность расширения области применения в других отраслях промышленности.

Предложенное научное направление в области формирования наплавкой швов с регламентированным распределением свойств позволяет наметить целый ряд перспективных путей его развития в направлении увеличения градиентов изменения свойств участков шва переменного химического состава, сокращения их размеров, оптимизации формы наплавляемых валиков, обеспечения возможности формирования на наплавляемой поверхности рельефа и др.

Выводы

1. Предложенный авторами способ наплавки рабочих поверхностей швами регламентированной формы позволяет существенно повысить служебные характеристики деталей и инструмента, работающего в условиях высоких температур, циклических их изменений, интенсивного газоабразивного и других видов износа.
2. Разработано оборудование, позволяющее формировать в процессе дуговой наплавки швы сложной формы, обладающие высокими технологическими характеристиками, малой стоимостью, простотой обслуживания и эксплуатации.

Перечень ссылок

1. *Фрумин И.И.* Технология механизированной наплавки / *Фрумин И.И., Юзвенко Ю.А., Лейначук Е.И.* - М.: Высшая школа, 1965. - 306 с.
2. *Хасуи А.* Наплавка и напыление / *Хасуи А., Моригаки* : Пер. с японского. - М.: Машиностроение, 1986. - 240 с.
3. *Лившиц Л.С.* Основы легирования наплавленного металла / *Лившиц Л.С., Гринберг Н.А., Куркумелли Э.Г.* - М.: Машиностроение, 1969. - 188 с.
4. Износостойкость и структура твердых наплавов / *М.М.Хрущов, М.А.Бабичев, Е.С.Беркович и др.* — М.: Машиностроение, 1971. - 95 с.
5. Химическая неоднородность металла, наплавленного открытой дугой порошковой лентой / *Ю.А.Юзвенко, Б.Н.Горпенюк, В.П.Шимановский, В.Л.Корбут* II Теоретические и технологические основы наплавки. Новые процессы механизированной наплавки. - К.: ИЭС им. Е.О.Патона. - 1977. - С. 21-29.
6. Избирательный износ наплавленного заэвтектического хромистого сплава / *В.В.Тарасов, П.Ф.Лаврик, В.Х.Мацука, И.И.Пирч* II Сварочное производство. - 1976. - №9. - С.28-29.
7. Влияние неоднородности свойств наплавленного металла на характер износа валков листопркатных станов / *С.В.Гулаков, Б.И.Носовский, К.К.Степнов, О.И.Новохацкая* // Автоматическая сварка. - 1985- №7. - С. 52-55.
8. *Гулаков СВ.* Программное устройство для наплавки слоя металла с переменным химическим составом / *Гулаков СВ., Носовский Б.И.* II Автоматическая сварка. - 1985.— №2.-С. 55-57.
9. *Гулаков СВ.* Управление траекторией перемещения электрода при дуговой наплавке прокатных валков / *Гулаков СВ., Иванов В.П., Псарёва И.С.* II Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії 1 машинобудування. Науковий праць ДДМА.— Краматорськ, 2000.- С. 322-324.
10. *Псарёва И.С.* Совершенствование технологии наплавки конусов и чаш засыпных аппаратов доменных печей / *Псарёва И.С., Иванов В.П.* II Вюник Приазов. держ. тех. ун-ту: 36. наук, пр.- Маріуполь, 2000.- Вип.10.- С. 213-216.
11. *Домбровский Ф.С.* Работоспособность наплавленных роликов машин непрерывного литья заготовок / *Домбровский Ф.С., Лецинский Л.К.* . - Киев: ИЭС им. Е.О.Патона НАН Украины.-1995.- 198 с.
12. А.с. 1403498 СССР МКИ В23К 9/12 Устройство управления процессом наплавки зигзагообразного шва / *С.В.Гулаков, Б.И.Носовский.*

Статья поступила 15.04.2003