



Рисунок 2 - Блок-схема устройства, реализующего предложенный способ контроля качества режущего инструмента

Предложенный способ для определения качества режущего инструмента позволяет повысить производительность определения износостойкости инструмента и точность, причем его использование исключает предварительное снятие фаски соответствующей геометрии и длине режущей кромки, которое увеличивает время проведения диагностики. Это позволяет широко использовать данную полезную модель в условиях автоматизированного производства.

#### Список литературы:

1. Аршанский М. М., Щербаков В. П. Вибродиагностика и управление точностью обработки на металлорежущих станках: Учебник / М. М. Аршанский. – М.: Машиностроение, 1988. – 67 с.
2. Астафьев В. А., Тымчик Г. С., Шевченко В. В., Адаптивная система управления. Механизация и автоматизация управления: Учебник / В. А. Астафьев. – К.: Киев, 1983. – 78 с.
3. Криксунов Л. З. Справочник по основам инфракрасной техники: Справочник / Л. З. Криксунов. – М.: Советское радио, 1978. – 125 с.

### Применение переменного тока при сварке намагниченных деталей ответственного назначения

Бакланов С.В., Киселев А.С., Гордынец А.С.

Научный руководитель: А.С. Киселев, к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

E-mail: Baklanov\_90@mail.ru

Дуговая сварка униполярным током электродами с основным типом покрытия является распространенным способом получения неразъемных соединений при ремонте деталей ответственного назначения [1-4]. При этом необходимо создавать условия по исключению магнитного дутья с целью обеспечения пространственной и физической стабильности дугового разряда. Наиболее сложно это осуществлять при наличии остаточной намагниченности соединяемых деталей, которая является следствием применения магнитных методов контроля. Решение данной проблемы, как правило, осуществляют предварительным размагничиванием деталей. Такой подход связан с применением

специального оборудования, эксплуатация которого характеризуется продолжительным процессом подготовки к работе и низкой производительностью труда, а также предполагает наличие обслуживающего персонала высокой квалификации.

С целью исключения указанных недостатков было предложено инновационное решение проблемы дуговой сварки намагниченных деталей посредством использования переменного прямоугольного тока, смена полярности которого осуществляется в момент критического отклонения дуги от оси электрода (Патент РФ № 2245231). Такой алгоритм коммутации тока в сварочной цепи позволяет исключить обрывы дуги, стабилизировать её пространственное положение и получать сварные соединения при величине индукции магнитного поля в зоне сварки до 0,1 Тл. Для его реализации разработан полупроводниковый инвертор тока ИСТ-201, который предназначен для включения в сварочную цепь выпрямителя или генератора с падающей внешней вольтамперной характеристикой.

**Цель работы** – подтверждение целесообразности применения переменного прямоугольного тока при дуговой сварке покрытыми электродами намагниченных деталей. При этом необходимо определить влияние рода тока и величины индукции магнитного поля в зоне сварки на свойства сварных соединений.

**Методика проведения исследований.** В качестве образцов использовали трубы из стали 17ГСУ, механические свойства которой приведены в таблице 1. Диаметр трубы составлял 1067 мм, толщина стенки – 14 мм. Разделка кромок трубы (С17) соответствовала требованиям ГОСТ 16037-80. Сварку осуществляли в неповоротном положении за три прохода, параметры режимов сварки приведены в таблице 2. Начальную величину индукции магнитного поля в зазоре между свариваемыми кромками задавали внешним индуктором. При отсутствии магнитного поля в зоне сварки (0 мТл) применяли постоянный ток обратной полярности, а при начальной величине индукции магнитного поля 100 мТл – переменный прямоугольный ток.

Таблица 1 – Механические свойства стали 17ГСУ (ГОСТ 10705-80)

Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$ , МПа	Относительное удлинение $\delta$ , %
490	343	20

Таблица 2 – Параметры режимов сварки

Условия сварки	Слой шва	Электроды		Величина тока, А
		марка	диаметр, мм	
намагниченные детали, переменный прямоугольный ток	корневой	LB-52U	3,2	95...100
	заполняющий, облицовочный	OK53.70	3	
размагниченные детали, постоянный ток обратной полярности	корневой	LB-52U	3,2	85...95
	заполняющий, облицовочный	OK53.70	3	

**Результаты исследований и их обсуждение.** Полученные сварные соединения первоначально подвергали визуально-измерительному и радиографическому контролю, которые дефектов не выявили.

Химический состав основного металла приведен в таблице 3, а металла шва – в таблице 4. Полученные результаты свидетельствуют о незначительном влиянии условий сварки на содержание легирующих элементов в металле шва.

Таблица 3 – Химический состав основного металла (сталь 17ГСУ)

Химический состав основного металла, %									
C	Si	Mn	Cr	Ni	Co	Cu	Nb	Ti	V
0,13	0,42	1,46	0,12	0,08	0,01	0,15	0,05	0,01	0,06

Таблица 4 – Химический состав металла шва

Условия сварки	Химический состав металла шва, %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Co	Cu	V
намагниченные детали, переменный прямоугольный ток	0,12	0,3	1,07	0,02	0,01	—	0,07	0,01
размагниченные детали, постоянный ток	0,12	0,3	1,20	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02

Для определения механических свойств сварных соединений изготавливали образцы в соответствии с требованиями ГОСТ 6996-66.

Результаты испытаний на статическое растяжение (таблица 5) показали, что независимо от условий сварки разрушение образцов происходило по основному металлу. Результаты испытаний на статический изгиб (таблица 6) показали, что при угле загиба 140° разрушение образцов не происходило.

Анализ результатов испытаний участков сварного соединения на ударный изгиб (таблица 7) показал, что при температуре + 20 °С величина ударной вязкости металла шва практически не зависит от условий сварки. При температуре – 40 °С и прочих заданных условиях эксперимента величина ударной вязкости металла шва в случае использования переменного прямоугольного тока в 1,15...1,36 раза больше, чем при использовании постоянного тока обратной полярности. Также положительное влияние оказывает применение переменного прямоугольного тока на величину ударной вязкости металла зоны термического влияния.

Таблица 5 – Результаты испытаний сварного соединения на статическое растяжение

Условия сварки	Механические свойства сварных соединений			
	Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , Мпа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$ , Мпа	Относительное удлинение $\delta$ , %	Относительное сужение $\Psi$ , %
намагниченные детали, переменный прямоугольный ток	<u>633–657</u> 645	<u>520–534</u> 527	<u>12,2–16</u> 14,4	<u>61,6–65</u> 63,3
размагниченные детали, постоянный ток	<u>628–676</u> 647	<u>517–565</u> 535	<u>17–17,5</u> 17,2	<u>61,7–70</u> 65

Таблица 6 – Результаты испытаний сварного соединения на статический изгиб

Условия сварки	Величина угла загиба, град. с расположением корня шва	
	в наружу	во внутрь
намагниченные детали, переменный прямоугольный ток	более 125°	более 125°
размагниченные детали, постоянный ток	более 125°	более 125°

Таблица 7 – Результаты испытаний участков сварного соединения на ударный изгиб

Условия сварки	Расположение концентратора	$KCV^{+20^{\circ}C}$ , МДж/м <sup>2</sup>	$KCV^{-40^{\circ}C}$ , МДж/м <sup>2</sup>
намагниченные детали, переменный прямоугольный ток	Сварной шов	$\frac{105-143}{122}$	$\frac{28-64}{34}$
	Зона термического влияния	$\frac{168-272}{204}$	$\frac{188-258}{227}$
	Основной металл	$\frac{181-194}{191}$	$\frac{191-248}{216}$
размагниченные детали, постоянный ток	Сварной шов	$\frac{105-142}{117}$	$\frac{23-56}{25}$
	Зона термического влияния	$\frac{217-265}{220}$	$\frac{64-241}{196}$
	Основной металл	$\frac{162-278}{228}$	$\frac{156-224}{207}$

С целью выявления причин увеличения ударной вязкости металла шва и зоны термического влияния образцов, полученных при сварке намагниченных деталей переменным прямоугольным током, исследовали макро и микроструктуру характерных участков соединения, и распределение микротвердости. Результаты анализа свидетельствуют о положительном воздействии переменного прямоугольного тока в процессе сварки намагниченных деталей на формирование структуры металла, что проявляется в уменьшении размеров зерна и протяженности участка перегрева. Кроме того, характер распределения микротвердости по высоте и ширине металла шва в этом случае более равномерный.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований подтверждают целесообразность применения переменного прямоугольного тока при дуговой сварке покрытыми электродами намагниченных деталей ответственного назначения.

#### Список литературы:

1. Патон Б.Е. Современные направления исследований и разработок в области сварки и прочности конструкций // Автоматическая сварка. - 2003. Специальный выпуск: Октябрь – ноябрь. - С. 7 – 13.
2. Гордынец А.С. Управление процессом дуговой сварки при возмущающем воздействии магнитного поля: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.02.10 / Гордынец Антон Сергеевич. – Томск, 2012. – 16 с.
3. Гордынец А. С., Киселев А. С., Дедюх Р. И., Советченко Б. Ф. Влияние возмущающего воздействия внешнего магнитного поля на процесс дуговой сварки покрытыми электродами // Сварка и диагностика. – 2011. – №4. – С. 37– 40.
4. Патон Б.Е., Сараев Ю.Н., Лебедев В.А. Совершенствование технологических процессов сварки и наплавки на основе методов управляемого высокоэнергетического воздействия на характеристики плавления и переноса электродного металла / Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». 20 - 21 мая 2010 г. Юрга. – с. 15 - 22.