

УДК 621.791.042

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АУСТЕНИТНЫХ СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Кочетков Н.А.**

*Научный руководитель: Королев С.А., к.т.н., доцент  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*

Актуальность работы обусловлена широким применением аустенитных сталей в машиностроении, химической и нефтегазовой промышленности, где качество сварных соединений напрямую зависит от используемых сварочных материалов. Цель исследования — экспериментальное определение технологических характеристик трех типов аустенитных сварочных материалов: коэффициента наплавки ( $a_n$ ), коэффициента потерь на разбрызгивание ( $\psi_n$ ) и производительности наплавки ( $G$ ).

В работе выполнен анализ классификации и требований к сварочным материалам аустенитного класса по российским (ГОСТ 2246-70, ГОСТ 10052-75) и международным стандартам (AWS A5.9, A5.22). Показано, что для прогнозирования структуры металла шва и стойкости против горячих трещин используются диаграммы Делонга, основанные на расчете эквивалентов хрома и никеля:

$$Cr_{\text{экв}} = Cr + Mo + 1,5Si + 0,5Nb \quad Cr_{\text{экв}} = Cr + Mo + 1,5Si + 0,5Nb \quad (3)$$

$$Ni_{\text{экв}} = Ni + 30C + 30N + 0,5Mn \quad Ni_{\text{экв}} = Ni + 30C + 30N + 0,5Mn \quad (4)$$

Экспериментальные исследования проведены методом наплавки валиков на пластины из низкоуглеродистой стали. Испытаниям подвергнуты три типа материалов: порошковая проволока ESAB Shield-Bright 347 (FCAW, Ø1,2 мм), проволока сплошного сечения Св-08Х20Н9Г7Т по ГОСТ 2246-70 (GMAW, Ø1,2 мм) и покрытые электроды ESAB ОК 316L (SMAW, Ø3,2 мм). Определение коэффициентов выполнялось по результатам измерений массы образцов до и после наплавки, расхода сварочных материалов и времени процесса.



Рисунок 1 - наплавки, выполненные порошковой проволокой ESAB Shield-Bright 347.

Полученные средние значения технологических коэффициентов сведены в табл. 1.

## Сводные результаты определения технологических характеристик

Таблица 1 – Сводные результаты определения технологических характеристик.

Сварочный материал	$an$ , г/(А·ч)	$\psi n$ , %	$G$ , кг/ч
ESAB Shield-Bright 347	28,2	20,1	3,36
Св-08Х20Н9Г7Т	19,9	13,8	4,90
ESAB ОК 316L	20,0	18,1	1,32

Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Наибольшая производительность наплавки (4,90 кг/ч) достигнута при использовании проволоки сплошного сечения Св-08Х20Н9Г7Т, что обусловлено более высокими значениями сварочного тока. Наименьшие потери на разбрызгивание (13,8 %) также зафиксированы для этого материала, что свидетельствует о его высокой технологичности.
2. Порошковая проволока ESAB Shield-Bright 347 обеспечивает стабильный процесс с коэффициентом наплавки 28,2 г/(А·ч) и производительностью 3,36 кг/ч, что соответствует паспортным данным производителя.
3. Электроды ESAB ОК 316L, имея наименьшую производительность (1,32 кг/ч), характерную для ручной дуговой сварки, гарантируют высокую стойкость металла шва против межкристаллитной коррозии благодаря низкому содержанию углерода (0,02 %) и контролируемому ферритному числу.

Полученные результаты позволяют обоснованно подходить к выбору сварочных материалов и режимов сварки в зависимости от требований к производительности и качеству сварных соединений из аустенитных сталей.

### Литература

1. Коновалов А.В., Куркин А.С., Макаров Э.Л. и др. Теория сварочных процессов / под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.
2. ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004.
3. AWS A5.9/A5.9M:2017. Specification for Bare Stainless Steel Welding Electrodes and Rods. – Miami: American Welding Society, 2017.