

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ХОЛОДНОМ ПЕРЕНОСЕ МЕТАЛЛА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ

*Александрова Е.П.*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург*

**Ключевые слова:** холодный перенос металла, сварка, робот-манипулятор, производительность, автоматизация процессов, роботизированная сварка.

**Аннотация.** В статье исследуется способ повышения производительности при холодном переносе металла за счет его осуществления с помощью роботов-манипуляторов. Описана суть и технология процесса, а также рассмотрены преимущества использования роботов-манипуляторов, проведен анализ конкретных примеров повышения производительности при применении данного вида автоматизации. Проведенный анализ демонстрирует эффективность использования роботов-манипуляторов при холодном переносе металла.

## INCREASING PRODUCTIVITY IN COLD METAL TRANSFER BY USING ROBOTIZED MANIPULATORS

*Aleksandrova E.P.*

*Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg*

**Keywords:** cold metal transfer, welding, robotic arm, productivity, process automation, and robotic welding.

**Abstract.** The article explores a method of increasing the productivity of cold metal transfer by using robotic arms. It describes the essence and technology of the process, as well as the advantages of using robotic arms, and provides an analysis of specific examples of increasing productivity through this type of automation. The analysis demonstrates the effectiveness of using robotic arms for cold metal transfer.

### Введение

Технология холодного переноса металла (ColdMetalTransfer, далее – СМТ) позволяет снизить время и затраты на механическую обработку сварных швов, выполняя их более точно и аккуратно за счет использования низкотеплового переноса металла. СМТ имеет большой спектр технологических возможностей и часто применяется для сварки тонких листов, а применение роботизированных манипуляторов позволяет точно управлять движением горелки и подачей проволоки, повышая стабильность, качество и производительность сварки. Настоящее исследование посвящено анализу преимуществ использования манипуляторов при СМТ, а также их влиянию на производительность.

### Технология СМТ

Технология СМТ отличается способом отрыва капли расплавленного металла. Подача проволоки осуществляется не только в направлении сварочной ванны – она также совершает обратное движение в определенной фазе, за счет чего и происходит отделение капли [1]. Процесс происходит на основе коротких

замыканий: в отличие от обычной электродуговой сварки, ток при коротком замыкании снижается до минимально допустимого значения, что снижает выделение тепла и позволяет называть процесс «холодным». Процесс переноса металла при СМТ сварке представлен на рисунке 1.

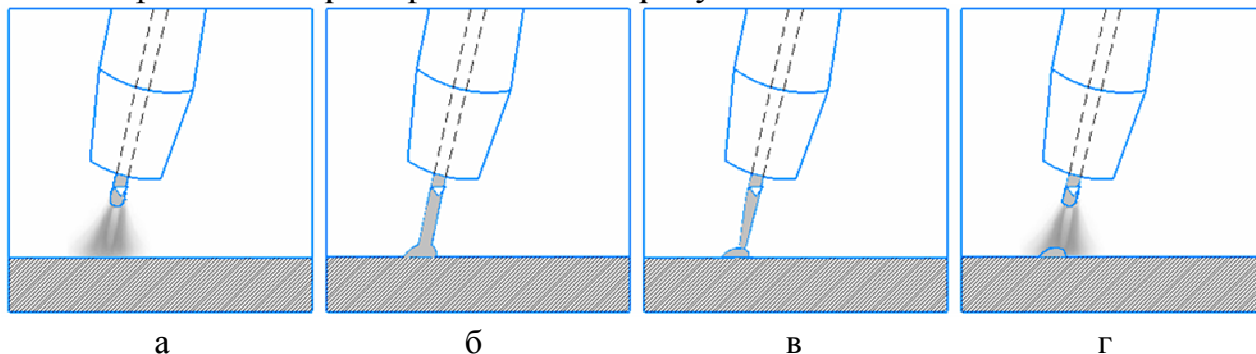


Рис. 1. Процесс переноса металла при СМТ сварке: а, б, г – движение проволоки в зону горения дуги; в – реверсивное движение

### **Преимущества применения роботов-манипуляторов в СМТ**

Роботизированная СМТ повышает устойчивость переноса металла за счёт точного и повторяемого удержания вылета проволоки, углов горелки и скорости движения. В одном из исследований описывалось применение автоматизированной сварки плавящимся электродом с процессом холодного переноса металла для стыковых соединений конструкций из никелевых сплавов [2]. Авторы изучали технологические особенности процесса и качество получаемых соединений. В процессе исследования было отмечено, что такая сварка обеспечивает стабильное горение дуги и минимальное разбрызгивание, а также позволяет получать сварные швы с равномерным проплавлением и плавным переходом к основному металлу. Кроме того, существуют исследования, доказывающие, что соединения, выполненные по данной технологии, демонстрируют хорошие механические свойства: высокую прочность сварного соединения, его способность выдерживать многократно повторяющиеся нагрузки, пластичность [3].

### **Влияние робота-манипулятора на производительность**

Промышленные примеры внедрения роботов-манипуляторов демонстрируют рост стабильности качества, повышение скорости операций и снижение трудоёмкости контроля качества.

Во-первых, говоря о производительности и автоматизации, невозможно не отметить возможность обработки деталей более сложных форм. Применение роботов-манипуляторов позволит сократить время обработки усложненных форм заготовок за счет мобильности сопла и точных траекторий, а также возможности подвода металла в труднодоступные места.

Во-вторых, описываемый процесс чувствителен к длине дуги и рывкам подачи. Робот удерживает постоянный вылет проволоки и расстояние между соплом и деталью, поэтому при сварке легче оставаться в нужном диапазоне режимов: глубина проплавления сохраняется, а скорость перемещения можно аккуратно повышать без риска образования брака [4].

Кроме того, частой причиной появления дефектов и брака служат провалы скорости на входах, выходах и углах. Применение робота позволяет заранее задать сглаженные разгоны и торможения, чтобы фактическая скорость сварки была постоянной по всей длине.

### **Заключение**

Подводя итог, можно сказать, что применение роботизированных манипуляторов делает процесс СМТ более устойчивым: держит геометрию, обеспечивает ровную подачу проволоки, поддерживает постоянную скорость. В результате расширяется безопасный диапазон режимов без появления дефектов. Можно чуть увеличить скорость перемещения, не выходя за пределы допустимого тепловложения. На практике это означает больше качественных метров шва за смену и меньше времени на исправления неточностей, что делает этот вид автоматизации полезным и применимым в производстве, в том числе для повышения производительности.

### **Список литературы**

1. Лебедев В.А. Тенденции развития механизированной сварки с управляемым переносом электродного металла // Автоматическая сварка. – 2010. – №10. – С. 45-53.
2. Медведев А.Ю., Галимов В.Р., Никифоров Р.В., Туров А.В. Применение роботизированной сварки плавящимся электродом для сварки узлов газотурбинных двигателей толщиной 3 мм // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2023. – Т. 25, №2. – С. 45-50.
3. Карташев М.Ф., Пермяков Г.Л., Трушников Д.Н., Миндибаев М.Р. «Исследование влияния деформационного упрочнения на механические свойства образцов из сплава АМг5, полученных способом многослойной наплавки» // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2019. – Т. 17, №3. – С. 38-45.
4. Аржанникова И.Е., Султанов Н.З. Автоматизированная сварка плавящимся электродом с процессом «холодного переноса» капель в стыковых соединениях конструкций алюминиевых сплавов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. – №3. – С. 145-147.

### Сведения об авторе:

*Александрова Елизавета Петровна* – студентка.