

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОКРЫТЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

А.С. НЕПОМНЯЩИЙ^{1,2}

Научный руководитель: Гордынец А.С.¹, доцент, к.т.н.

¹Томский политехнический университет, Томск

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

E-mail: asn39@tpu.ru

Введение: Ручная дуговая сварка покрытыми электродами нашла широкое применение в различных областях, поскольку является универсальным способом получения неразъемных соединений металлоконструкций различного производственно-технического назначения [1]. Исследования, аттестация и испытания в области ручной дуговой сварки проводятся зачастую без применения автоматических методов подачи электродов в сварочную ванну. Для комплексной оценки сварочно-технологических свойств разрабатывается методика оценки плавления и переноса электродного металла в сварочную ванну, а также для исключения влияния профессиональных навыков сварщика на результаты исследований было разработано устройство автоматической подачи покрытых электродов, которое позволяет получить сварное соединение без участия человека.

Описание устройства

Устройство обеспечивает функции контактного зажигания, регулировку средней длины межэлектродного промежутка, гашение дуги удлинением. В состав устройства (рисунок 1) входят следующие компоненты: электрододержатель (а); корпус (б), направляющее устройство (в), сервопривод (г), ходовой винт (д), а также не показанный на рисунке блок управления.

Блок управления, благодаря введению обратной связи, способен регулировать величину межэлектродного промежутка, уменьшая или увеличивая скорость вращения сервопривода. С целью выявления преимуществ и недостатков разработанного устройства были произведены экспериментальные исследования, результаты которых сравнивали с данными, полученными для аналогичных условий при ручной подаче покрытых электродов в сварочную ванну.

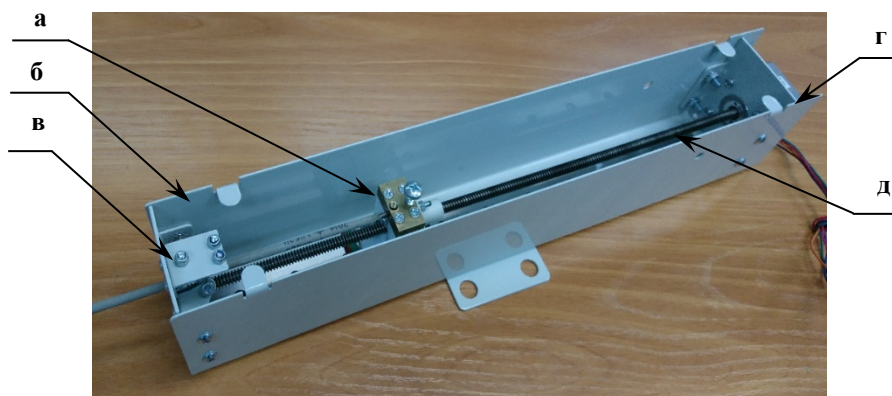


Рисунок 1 – Внешний вид устройства блока подачи покрытых электродов

Методика проведения эксперимента, материалы и применяемое оборудование

Схема проведения экспериментальных исследований представлена на рисунке 2а. Наплавка проводилась в нижнем положении, на пластину толщиной 13мм из стали 09Г2С, электроды для наплавки были выбраны ОК 46.00 (рутилово-целлюлозное покрытие), диаметром 4мм. Источником питания выступал выпрямитель ВД-306Э. величина межэлектродного расстояния выдерживалась минимально возможной для обоих способов

подачи электрода. После зажигания дуги и стабилизации процесса наплавки осуществляли регистрацию величины тока в сварочной цепи и напряжения на межэлектродном промежутке в течение 10с. Полученные осциллограммы (рисунок 2б) анализировали по критериям характеризующим стабильность процесса сварки: U_{rms} – среднеквадратичное напряжение на межэлектродном промежутке, I_{rms} – среднеквадратичное значение сварочного тока, N_{sc} – количество коротких замыканий за период регистрации, $t_{sc.mean}$ – средняя длительность коротких замыканий, $t_{sc.srd}$ – коэффициент вариации длительностей коротких замыканий, $T_{sc.mean}$ – среднее значение длительность периода между короткими замыканиями, $T_{sc.srd}$ – коэффициент вариации длительность периода между короткими замыканиями. Пример полученных результатов представлен в таблице 1

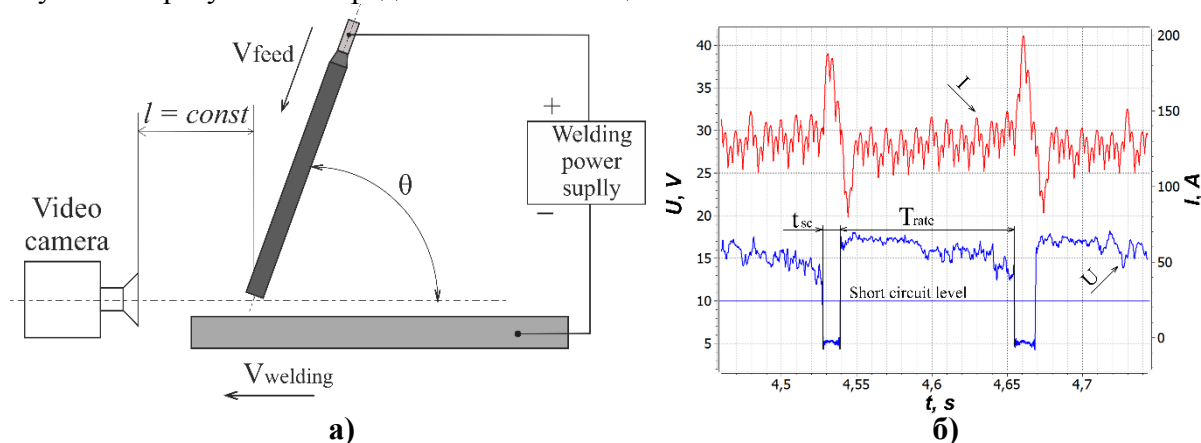


Рисунок 2 – Схема проведения эксперимента и осциллограмма сварочного тока и напряжения дуги при механизированной подаче электрода ОК46.00

Таблица 1 – Средние параметры стабильности процесса наплавки электродами ОК 46.00, с учетом всех коротких замыканий

| Способ подачи электрода | U_{rms}, V | I_{rms}, A | N_{sc} | $t_{sc.mean}, ms$ | $t_{sc.srd}$ | $T_{sc.mean}, ms$ | $T_{sc.srd}$ |
|-------------------------|--------------|--------------|----------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| Автоматический | 24,85 | 95 | 145 | 2,92 | 0,52 | 68,6 | 0,71 |
| Ручной | 22,4 | 97 | 200 | 3,57 | 0,65 | 48,6 | 0,66 |

Повышенное напряжение на электродном промежутке влияет на показатели стабильности процесса переноса электродного металла, так например при автоматической подаче электрода горит более длинная дуга, поэтому уменьшается количество коротких замыканий, так как капля электродного металла переходит преимущественно под действием собственного веса, что в свою очередь уменьшает среднюю длительность КЗ, но увеличивает периодичность появления КЗ. В случае с электродами рутилово-целлюлозного покрытия (ОК 46.00) было выявлено, что уменьшается стандартное отклонение по длительности КЗ, что приводит к уменьшению коэффициента вариации по длительности коротких замыканий и сужению области нормального распределения и соответствует более стабильному процессу переноса электродного металла, что также подтверждается гистограммами распределения коротких замыканий, но увеличивается период между короткими замыканиями и коэффициент вариации периодичности появления коротких замыканий.

Список литературы

1. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. / Г. А. Николаев и др. - М.: Машиностроение, 1978 - Т. 1/ Под ред. Н. А. Ольшанского - 504 с.
2. Милютин В.С. Испытания сварочных свойств оборудования для дуговой сварки: / В.С. Милютин – Екатеринбург, 2019. —466 с.

3. Assessment of welding working properties of power supplies (Article number 012037) / Saraev Y. N., Pjyashchenko D. P., Krampit M. A., Semenchuk V. M., Nepomnyashchy A. S. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020 – №. 681, – p. 2-6
4. Qualitative and quantitative analyses of arc characteristics in SMAW / Shigeta M., Takahiro I., Manabu T., et al. // Welding in the World. – 2016. – Vol. 60, № 2, – С. 355-361. doi 10.1007/s40194-015-0288-2

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ Cu НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6

А.В. НИКОЛАЕВА¹, А.П. ЗЫКОВА¹, А.В. ЧУМАЕВСКИЙ¹, А.В. ВОРОНЦОВ¹

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

E-mail: nikolaeva@ispms.ru

За последние несколько лет стало востребованным создание деталей из титановых сплавов обладающих высокой прочностью и износостойкостью для применения в авиационной и ракетно-космической промышленности, медицине при изготовлении протезов [1,2]. Однако данные сплавы демонстрируют недостаточные механические и трибологические свойства, поэтому их применение в данных областях ограничено [3,4]. Легирование титанового сплава другими элементами позволит управлять его структурой, механическими, трибологическими свойствами и биосовместимостью [5]. В связи с выше сказанным целью данной работы являлось исследование износостойкости образцов титанового сплава ВТ6 с добавлением Cu, полученных электронно-лучевым аддитивным производством (ЭЛАП).

Заготовки ВТ6 с добавлением Cu 1 об.%, 2,5 об.%, 5 об.% и 7 об.% получали методом электронно-лучевой аддитивной технологии с одновременной подачей двух проволок, подаваемых в единую ванну расплава, формируемую электронным лучом. Процесс изготовления образцов подробно описан в работе [6].

Испытание на сухое трение скольжения проводилось на установке Tribotester по схеме «палец-диск» (рисунок 1). Образцы размером 3×3×10 мм, изготовленные из сплава ВТ6-Cu с различной концентрацией меди, вырезались в горизонтальном направлении; контртела в форме дисков диаметром 3 см - из сплава ВТ6 и полученных образцов, соответствующего испытываемому образцу. Скорость вращения составляла 250 об/мин при величине нормальной нагрузки $F = 15$ Н в течении двух часов. Общая длина пути трения для каждого образца составляла $N = 1884$ м при радиусе дорожки трения 1 см.

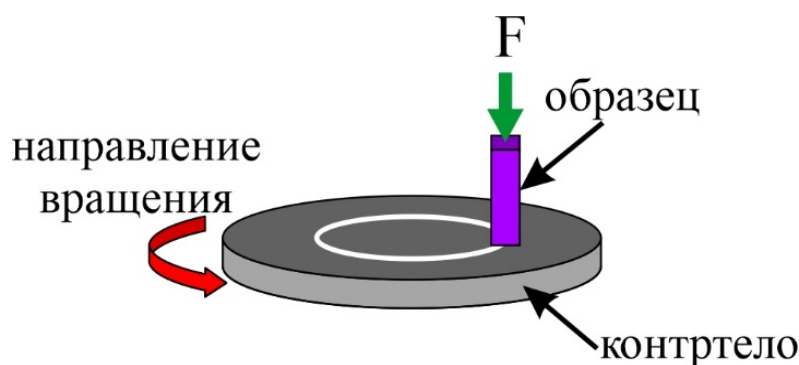


Рисунок 1 - Схема испытания на трение