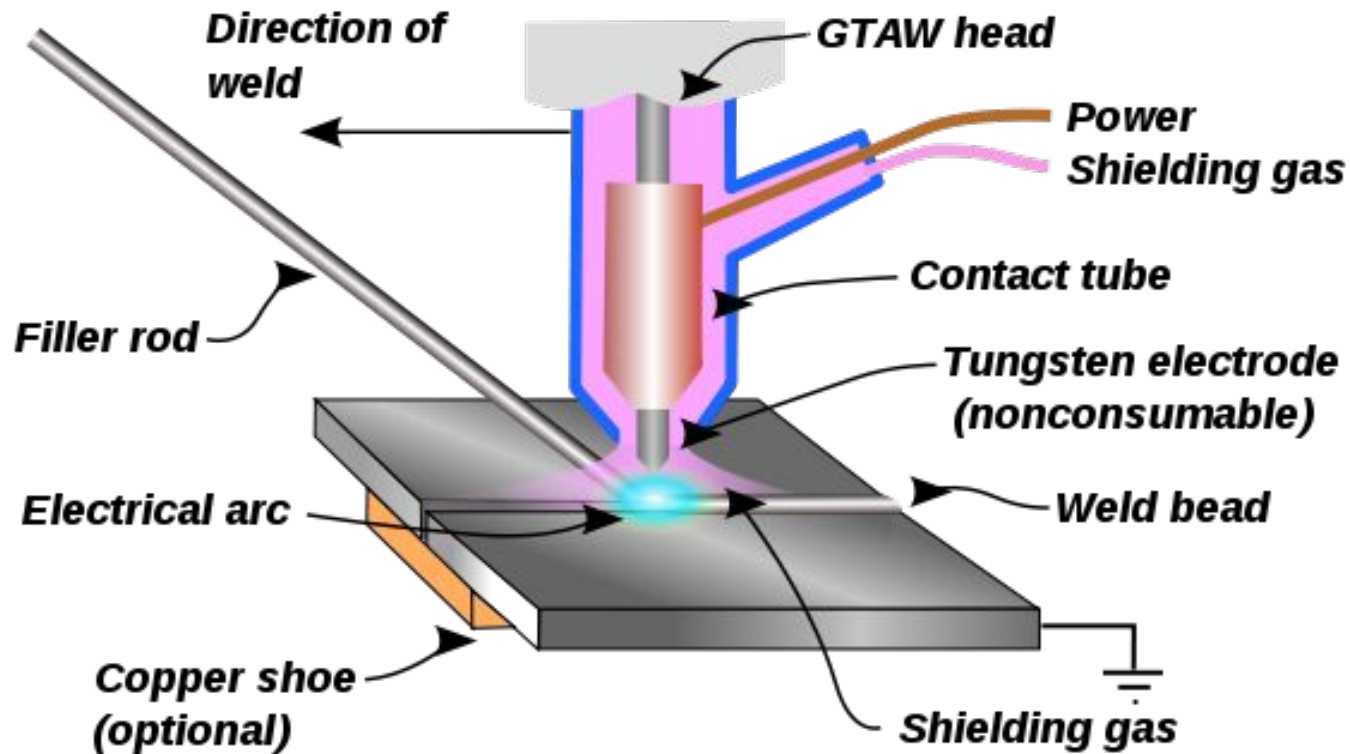


Лекция №4 Ручная аргонодуговая сварка

Agenda / План лекции

1. Физика дуги
2. Особенности неплавящихся электродов
3. Оборудование для сварки неплавящимся электродом
4. Защитный газ
5. Присадочные материалы

Схема процесса



Обозначение

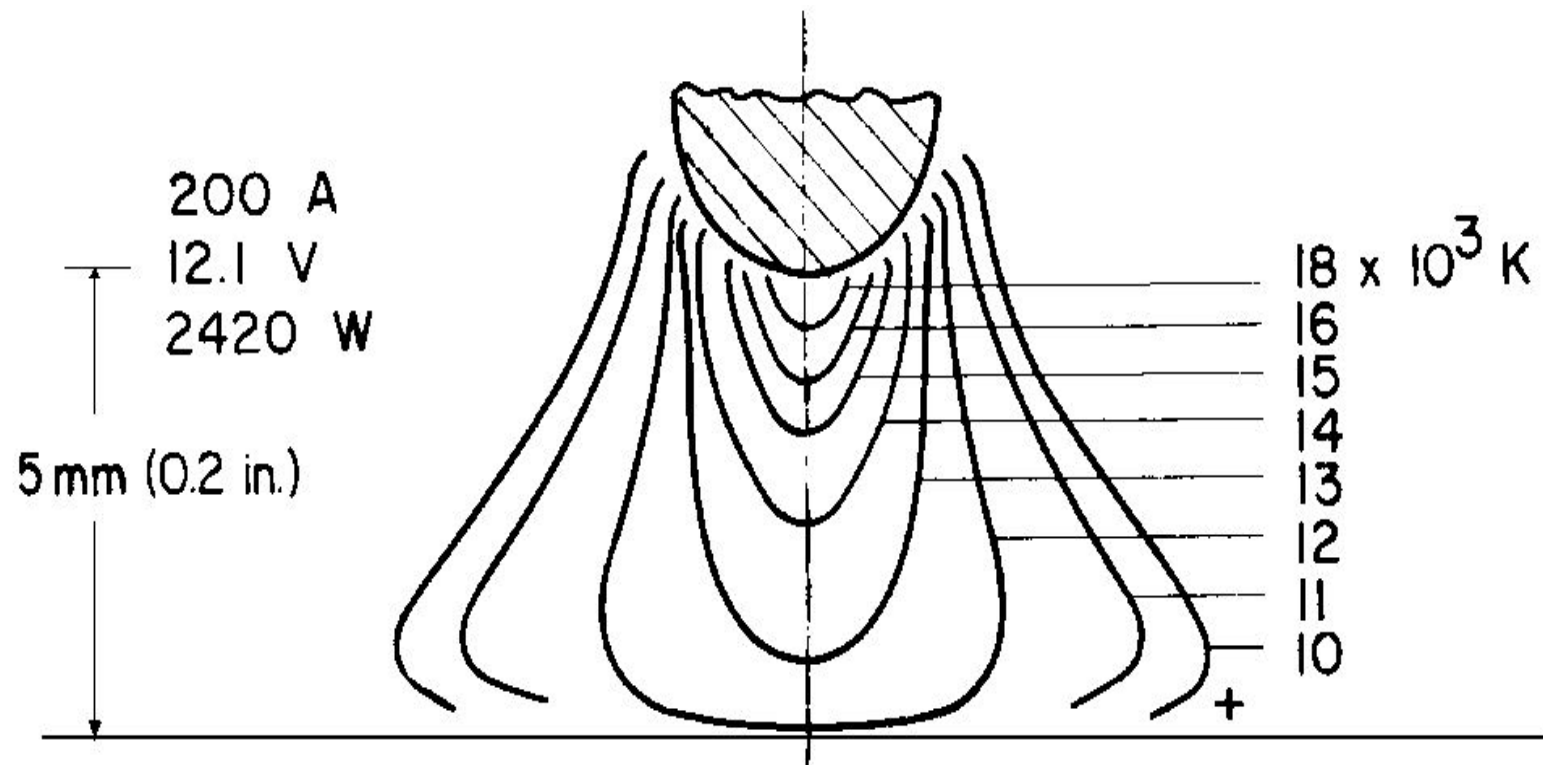
TIG – tungsten inert gas

РАД – ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

Строение и свойства электрической сварочной дуги



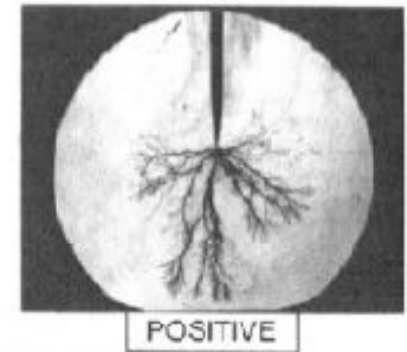
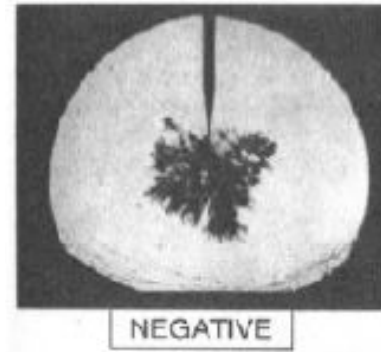
Физика дуги РАД



Физика дуги/ Плазма

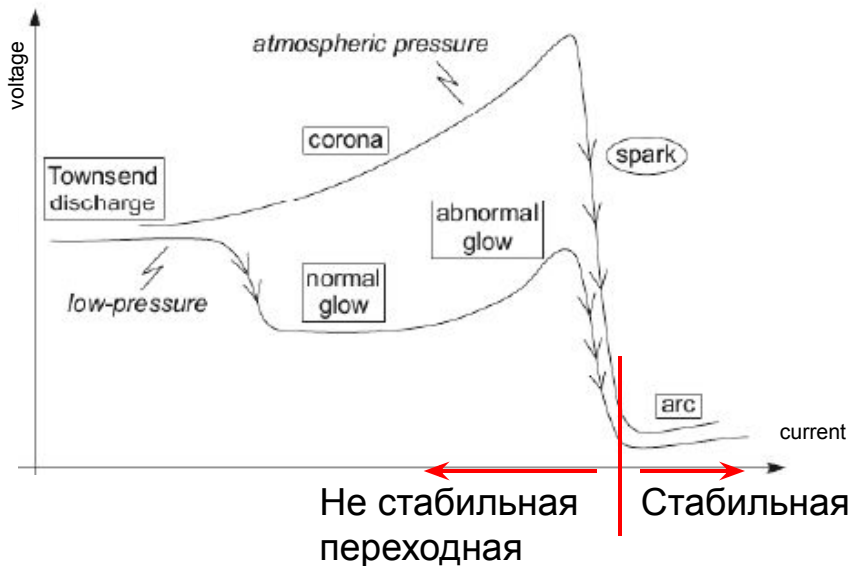
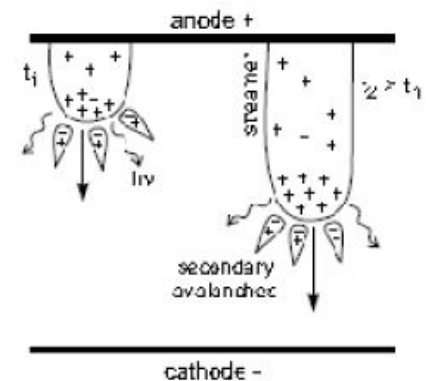
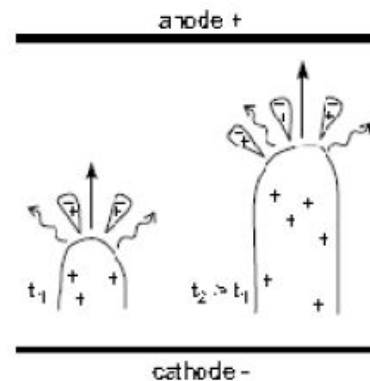
Процесс образования разряда состоит из следующих стадий:

- 1) Ионизация газа
- 2) Прорыв
- 3) Разряд



Negative Streamer

Positive Streamer



Неплавящийся электрод

Выход электронов с поверхности электрода обеспечивается двумя процессами:

1. Термоэлектронная эмиссия
2. Автоэлектронная эмиссия

Для снижения затрат на зажигание дуги необходимо снижать работу выхода электронов. Это также позволит снизить температуру электрода, что продлит ему срок службы.

Используют вольфрам – W из-за высокой температуры плавления.

Термодинамические свойства простого вещества

Плотность Плотность (при н. у.) 19,25[2] г/см³

Температура плавления 3695 K (3422 °C, 6192 °F)

Температура кипения 5828 K (5555 °C, 10031 °F)

Уд. теплота плавления 191 кДж/кг 35 кДж/моль

Уд. теплота испарения 4482 кДж/кг 824 кДж/моль

Неплавящийся электрод

Работа выхода электрона вольфрама – 4,54 эВ (у железа – 4,4-4,7 эВ).
Для снижения работы выхода электронов добавляют La_2O_3 , ThO_2 , ZrO_2 , CeO_2 , Y_2O_3 может добавляться до 3.0 wt%.

Смотрим ГОСТ 23949

Марка	Материал
ЭВЧ	Вольфрам чистый
ЭВЛ	Вольфрам с присадкой окиси лантана
ЭВИ-1	Вольфрам с присадкой окиси иттрия
ЭВИ-2	Вольфрам с присадкой окиси иттрия
ЭВИ-3	Вольфрам с присадкой окиси иттрия
ЭВТ-15	Вольфрам с присадкой двуокиси тория

Марка	Цвет
ЭВЧ	Не маркируется
ЭВЛ	Черный
ЭВИ-1	Синий
ЭВИ-2	Фиолетовый
ЭВИ-3	Зеленый
ЭВТ-15	Красный

Оборудование



Оборудование в целом аналогично РДС:

- Падающая ВАХ
- Транзисторы MOSFET, IGBT
- ШИМ

Нюансы:

- Осциллятор для поджига дуги (система LiftARC)
- Система обеспечения импульсного режима
- Подвод защитного газа

Осциллятор MADE IN USSR

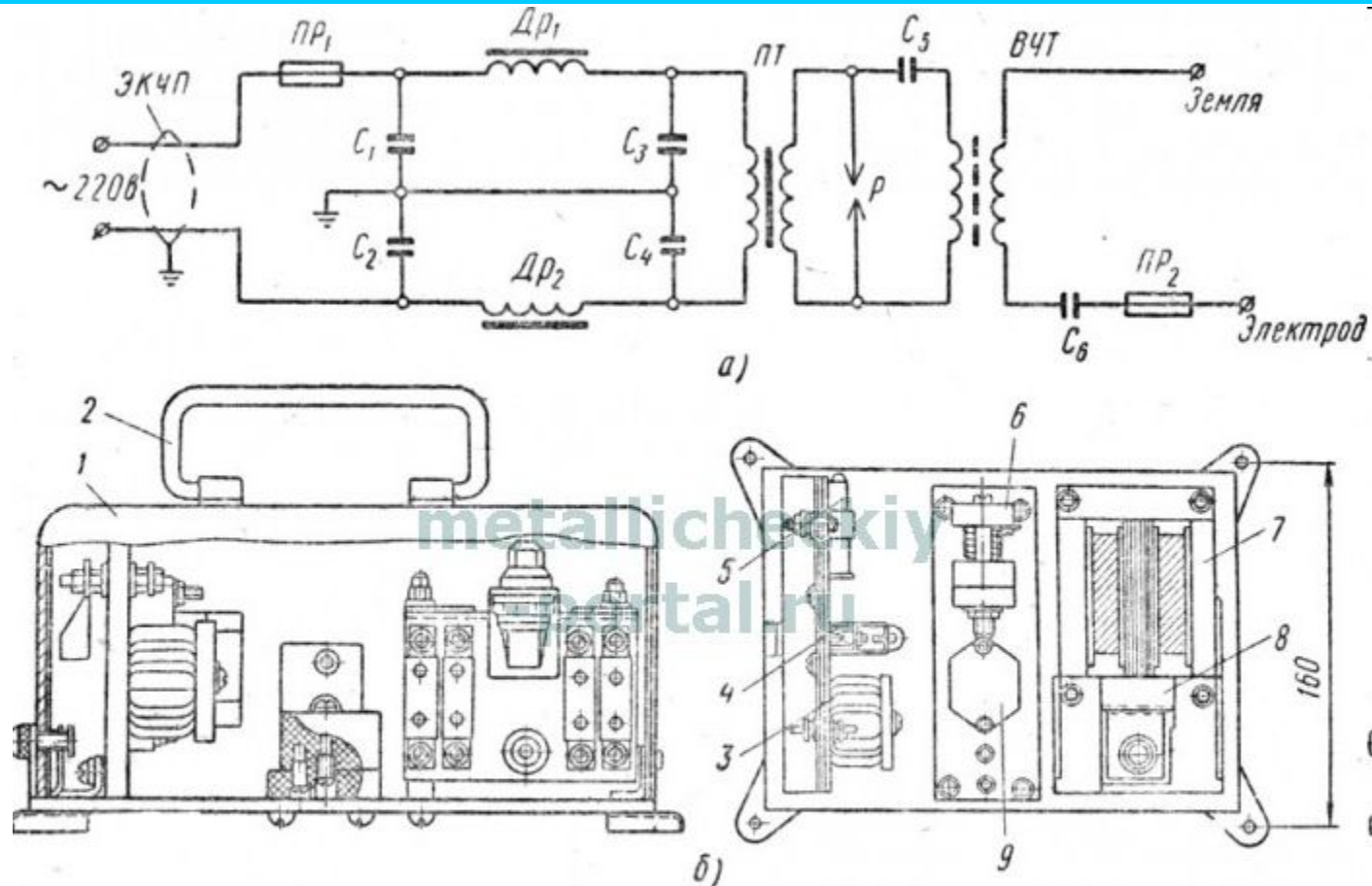


Рис. 143. Осциллятор параллельного включения ОСПЗ-2М:

а — принципиальная схема, б — конструкция: 1 — кожух, 2 — ручка, 3 — высокочастотный трансформатор, 4 — предохранитель ВЗ-20, 5 — конденсатор МБГП-2 400 в, 0,5 мкф, 6 — разрядник, 7 — повышающий трансформатор, 8 — дроссель, 9 — конденсатор КСО-10 на 200 в, 10 000 мкф

Защитный газ

ВАЖНО!

Потенциал ионизации

Теплопроводность

ГОСТ 10157



13,5 эВ Водород

Защитный газ

Теплопроводность гелия при высоких температурах.

В таблице указаны значения теплопроводности гелия при нормальном атмосферном давлении и при в Теплопроводность гелия в газообразном состоянии приведена в диапазоне температур 2500...6000 К.

ПРИМЕЧАНИЕ: Будьте внимательны! Теплопроводность гелия в таблице указана в степени 10^3 . Не за Значение коэффициента теплопроводности гелия увеличивается с ростом его температуры и достигает

$T, ^\circ\text{K}$	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
$\lambda \cdot 10^3, \text{ вт/м} \cdot \text{град}$	657	745	826	907	970	1050	1180	1200

Теплопроводность аргона в газообразном состоянии при высоких температурах

В таблице приведены значения теплопроводности аргона в газообразном состоянии при нормальном атмосферном давлении при высоких температурах.

Теплопроводность в таблице дана при температуре от 1500 до 5000 К (от 1227 до 4727 $^\circ\text{C}$).

Из таблицы видно, что теплопроводность аргона при высоких температурах с ростом температуры также увеличивается и равна при 5000 К значению 0,131 Вт/(м·град).

ПРИМЕЧАНИЕ: Будьте внимательны! Теплопроводность указана в степени 10^3 . Не забудьте разделить на 1000!

$T, ^\circ\text{K}$	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
$\lambda \cdot 10^3, \text{ вт/м} \cdot \text{град}$	56	68	80	91	102	110	118	131

ThermalInfo.ru

Защитный газ

Теплопроводность водорода при атмосферном давлении

В таблице представлены данные по теплопроводности водорода в зависимости от температуры при атмосферном давлении.

Теплопроводность указана при температуре от -193 до 1727°C, в размерности Вт/(м·град)·10³.

Например, при 270 К (-3°C) теплопроводность водорода равна 0,167 Вт/(м·град).

По данным таблицы видно, что с ростом температуры теплопроводность водорода увеличивается.

$T, ^\circ\text{K}$	$\lambda \cdot 10^3$	$T, ^\circ\text{K}$	$\lambda \cdot 10^3$	$T, ^\circ\text{K}$	$\lambda \cdot 10^3$	$T, ^\circ\text{K}$	$\lambda \cdot 10^3$
80	53,2	210	137	340	200	950	430
90	60,1	220	142	350	204	1000	448
100	67,0	230	147	400	226	1100	488
110	74,3	240	152	450	247	1200	528
120	81,5	250	157	500	266	1300	568
130	87,8	260	162	550	285	1400	610
140	94,6	270	167	600	305	1500	655
150	101	280	172	650	323	1600	697
160	107	290	178	700	342	1700	742
170	113	300	183	750	360	1800	786
180	119	310	187	800	378	1900	835
190	125	320	191	850	395	2000	878
200	131	330	196	900	412		

Thermalinfo.ru

Присадочный материал

Сварка ведется без присадки и с присадкой.

Выбор присадки осуществляется по химическим и механическим свойствам наплавленного металла. Они должны быть близки.

Case Study

Activated TIG: “A-TIG” (1/8)

- ❖ Activating fluxes for TIG welding was first reported by the EO Paton Institute of Electric Welding in the former Soviet Union in the 1950s
- ❖ More recently activating fluxes have become commercially available from several sources
- ❖ These fluxes claim to be suitable for the welding of a range of materials, including C-Mn steel, Cr-Mo steels, stainless steels and nickel-based alloys
- ❖ The fluxes are generally available in the form of either an aerosol or as a paste (powdered flux mixed with a suitable solvent) which is applied onto the surface with a brush
- ❖ Activating fluxes can be applied in both manual or mechanised welding, although it is more difficult to control in the former mode of operation

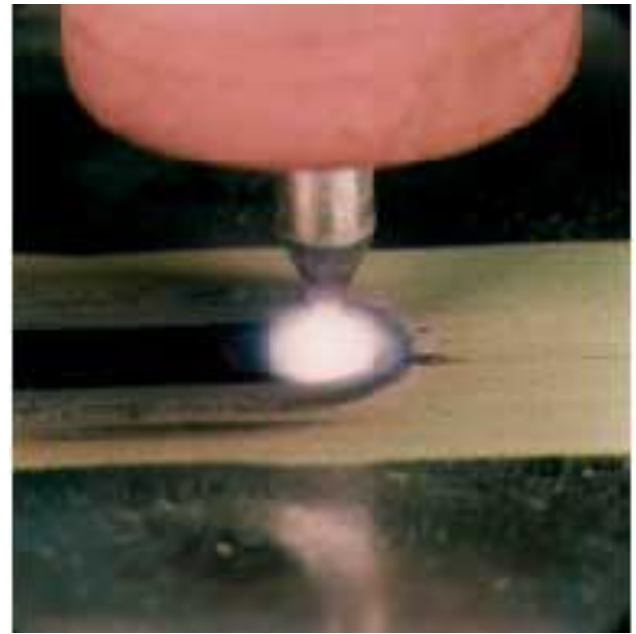
Case Study

Activated TIG: "A-TIG" (2/8)

👉 Electric Arc Comparison (application to Stainless Steel)



👉 Conventional TIG



👉 A-TIG

Case Study

Activated TIG: “A-TIG” (3/8)

Advantages A-TIG versus conventional TIG

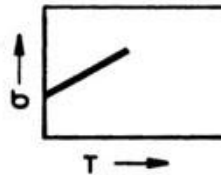
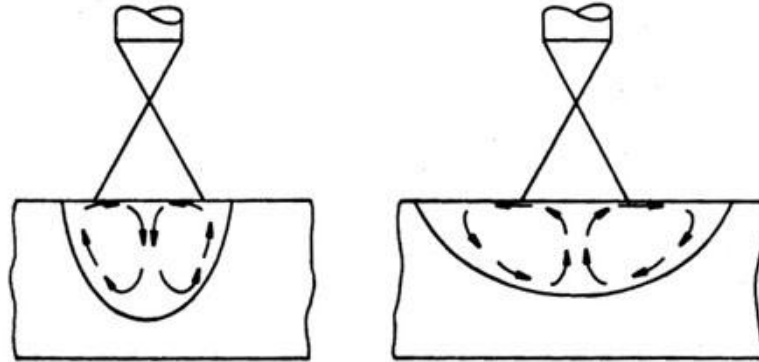
- ❖ Increased productivity due to greater depth of penetration, i.e., up to 8mm in stainless steel compared to 3mm for conventional TIG welding
- ❖ Increased productivity is derived through a reduction in welding time and/or a reduction in the number of welding passes
- ❖ Reduced distortion, i.e., use of a square edge closed butt joint preparation reduces weld shrinkage compared with a conventional multipass V butt joint
- ❖ Problems of inconsistent weld penetration associated with cast-to-cast material variations can be eliminated. E.g. deep penetration welds can be made in low sulphur stainless steel (~0.002%), which would otherwise show a shallow, wide weld bead in conventional TIG welding (see: <http://www.arcmachines.com/news/case-studies/effects-sulfur>)

Case Study

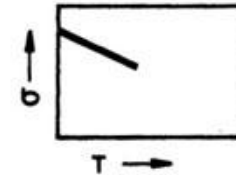
Activated TIG: "A-TIG" (4/8)

Proposed mechanisms of A-TIG welding

- ❖ Change in fluid flow is related **T**hermal **C**oefficient of **S**urface **T**ension (TCST) of the molten pool:



TCST is positive



TCST is negative

Case Study

Activated TIG: "A-TIG" (5/8)

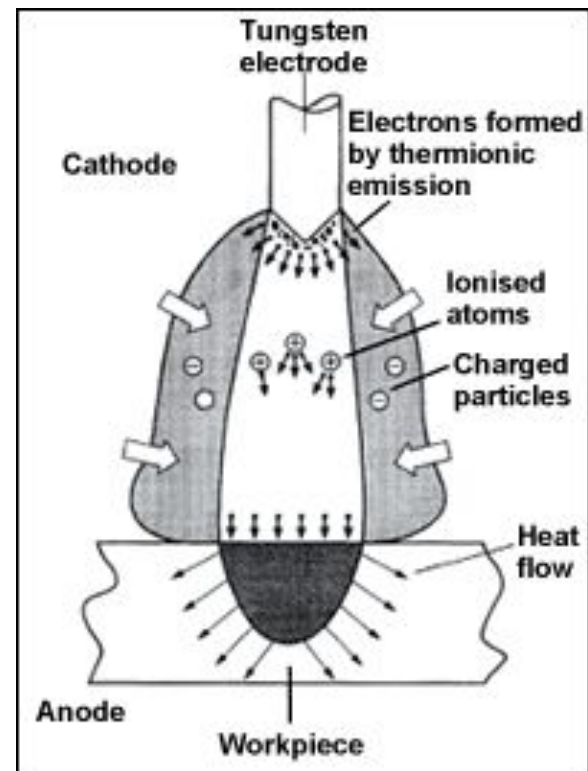
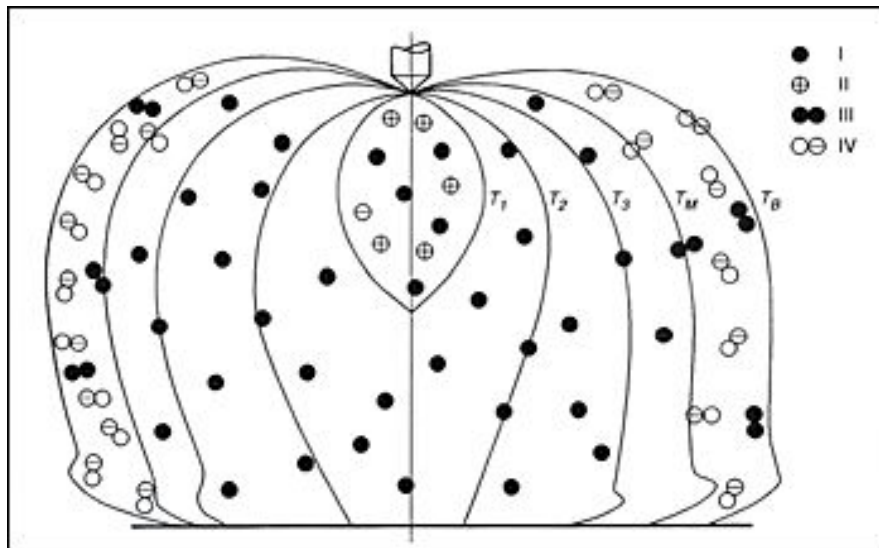
Proposed mechanisms of A-TIG welding

- ❖ Spectroscopic analysis shows a decrease in intensity of argon lines and an increase in intensity of alkali metals in the arc medium
- ❖ Arc constriction effect of flux is related to the evaporation of the flux and its preferential ionisation
- ❖ Preferential ionisation of the alkali metals and its high dissociation temperature are believed to be responsible for the arc constriction
- ❖ Strong electromagnetic force from the constricted arc is believed to reverse the flow pattern overcoming the effect of TCST in A-TIG

Case Study

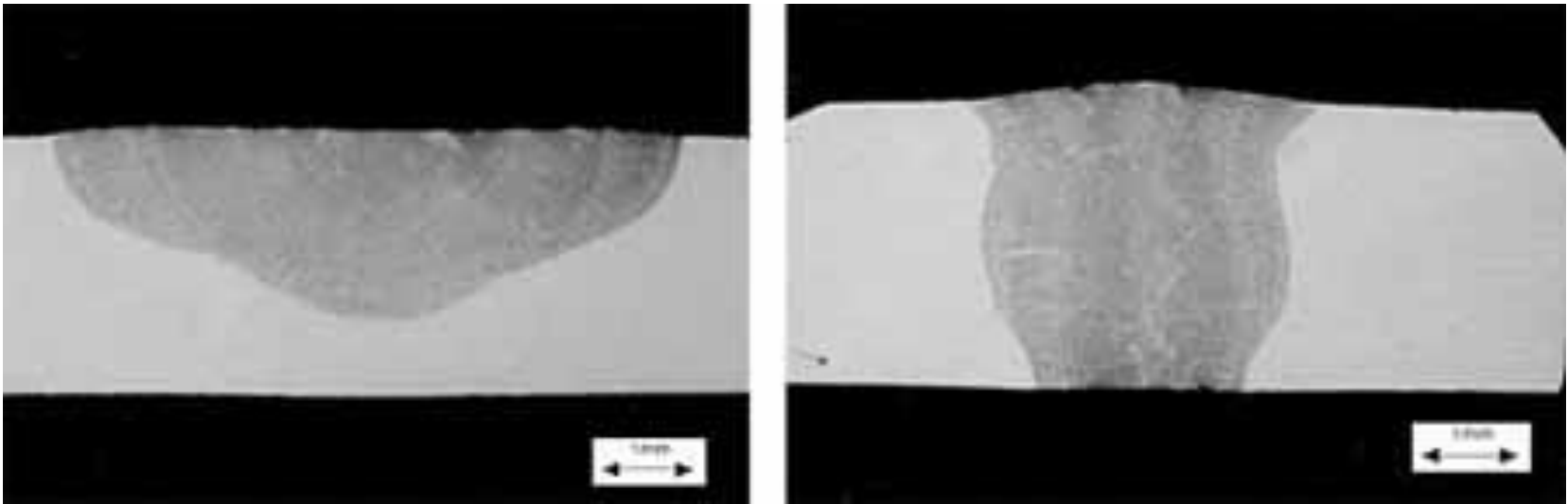
Activated TIG: "A-TIG" (6/8)

👉 Proposed mechanisms of A-TIG welding



Case Study

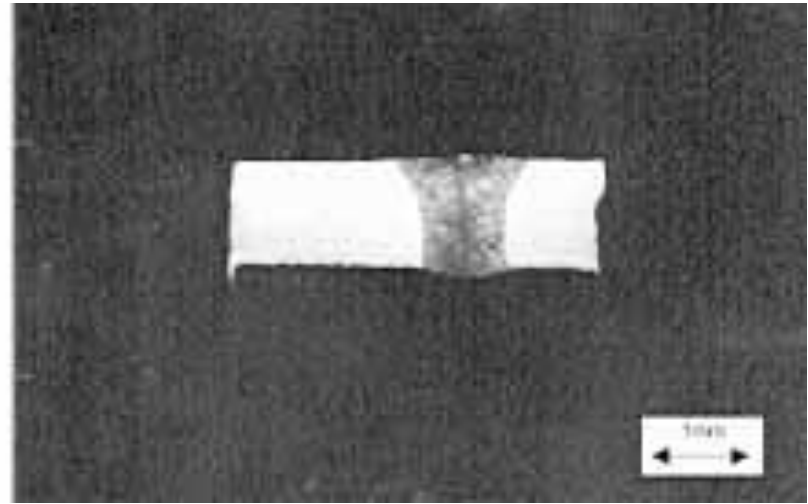
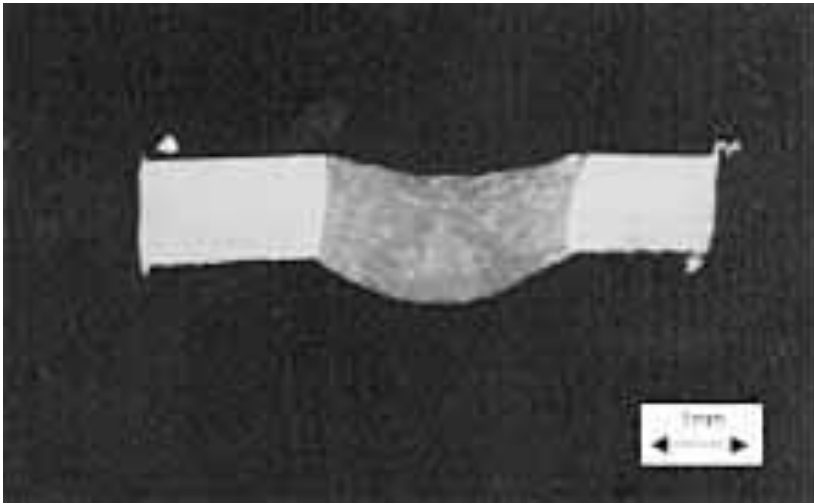
Activated TIG: "A-TIG" (7/8)



👉 Transverse weld section of A-TIG and conventional TIG welds in 48mm
OD, 4mmWT 304L stainless tube

Case Study

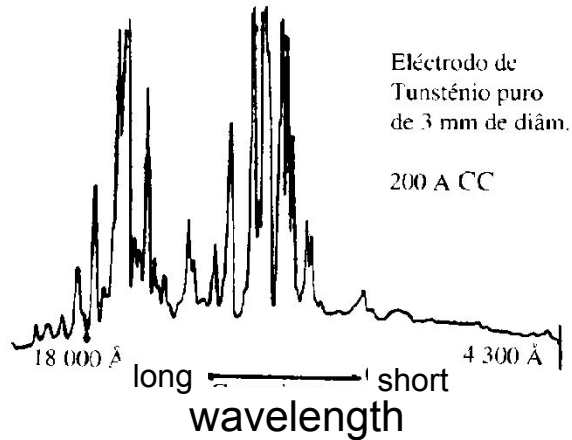
Activated TIG: "A-TIG" (8/8)



👉 Transverse weld sections of A-TIG and conventional TIG welds in 6mm OD, 1.0 WT 304 L stainless tubes

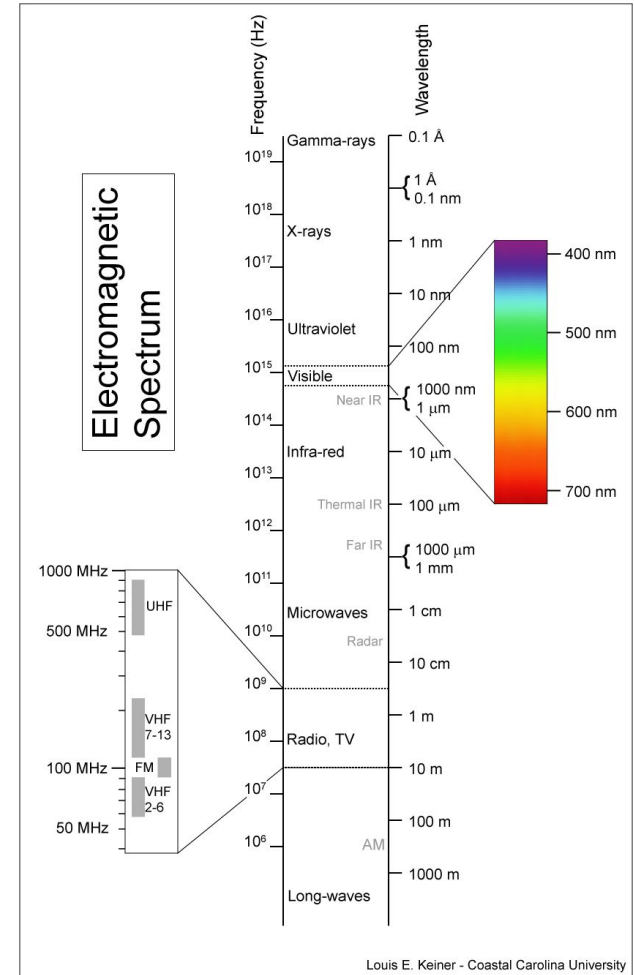
Electric Arc

Emission of Radiation



Depends on :

- Chemical structure of plasma gas
- Temperature of Plasma during EA discharge
- Pressure within EA



ROYGBV (Red, Orange, Yellow, Green, Blue e Violet)