

Düşük Karbonlu Çelik Malzemeye Örtülü Elektrodla Uygulanan Kaynak Arkından Yayılan Radyasyon Değerlerinin Analizi

Ali GÜRSEL

Mamak Eğitim Uygulama Okulu ve İş Eğitim Merkezi

Geliş/Received : 06.07.2011, Kabul/Accepted : 25.07.2011

ÖZET

Ark kaynaklarından 200 nm – 1400 nm dalga aralığında morötesi (Ultraviyole-UV), görünür ışık, kızılötesi (Infrared-IR) bandlarında optik radyasyon yayılmaktadır. Bunlardan en etkili olanı dalga enerjisi daha yüksek olan 200 nm – 400 nm dalga boyuna sahip morötesi (UV) ışınlarıdır. Ark kaynaklarının radyasyon ürettiği bilinmesine rağmen, kaynak yöntemi, malzeme, elektrot, akım şiddeti gibi kaynak parametrelerine göre ortaya çıkan radyasyon konusunda detaylı bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışmada, düşük karbonlu çelik malzemelere farklı akımlarda örtülü elektrot ile kaynak işlemleri uygulanmış, arkından yayılan radyasyon değerleri ölçülmüş ve ortaya çıkan radyasyon değerleri tespit edilmiştir. Uygulanan akımlara bağlı olarak oluşan yüksek derecede UV radyasyon değerleri analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Ark Kaynağı, Radyasyon, Optik Radyasyon, Morötesi (UV) Işıklar.

Analysis of Radiation Values From Welding Arc Application on Low Carbon Steel With Covered Electrode Technique

ABSTRACT

Welding arcs produce optical radiation between 200 nm – 1400 nm wavelength band as UV, visible light and IR. With its 200 nm – 400 nm wavelength, UV radiation is the most effectual one among the others. Although, it is known that welding arc produces radiation, there is no sufficient study made in detail about radiation from welding parameters, such as welding techniques, materials, arc electrical currents etc. In this study, on low carbon steel materials were welded by covered electrode technique at different electrical current values and the radiation from arcs were measured than the results were evaluated. It was analyzed that high quantity UV exposures which were based on all currents.

Key Words : Arc Welding, Radiation, Optical Radiation, Ultraviolet (UV).

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kaynaklı birleştirmeler günümüz endüstrisinde en yaygın birleştirme tekniklerini oluşturmaktadır. Teknolojik gelişime paralel olarak sürekli yeni teknolojik malzemeler üretilmekte ve geliştirilen her teknolojik malzeme kaynaklanabilirliği oranında kullanım alanına sahip olmaktadır (1).

Kaynak arki yapay yollarla en yoğun UV, parlak ışık üreten radyasyon kaynaklarıdır ve çalışanlar üzerinde en etkili radyasyon yayılımıdır (2). Kaynak hayatımızın her alanında var olduğu ve endüstride yaygın olduğu kadar, bu sektörde çalışan iş gücü sayısından da önemli düzeydedir (1). Bu bakımdan kaynak arkından yayıldığı literatürde bahsedilen radyasyon değerlerinin tespit ve analizi önem taşımakla birlikte, kaynaklı birleştirmelerdeki radyasyon konusunda maalesef yeterince ve detaylı çalışmaya rastlanmamaktadır (3).

Gaz ve ark kaynaklarında üretilen radyasyon, endüstriyel yollarla ve amaç dışı olmakla beraber çok yüksek derecede UV ve diğer optik radyasyon türlerini üreten kaynakların başında gelmektedirler (4). Bu konuda yapılan araştırmalar göstermektedir ki, kaynak arkından çok yüksek derecede UV radyasyon yayılmaktadır (5, 6, 7,8 ve 9).

Modern fiziğe göre ark, kızgın bir katottan yayılan elektronların, yüksek bir hızla anodu bombardıman etmesi neticesinde meydana gelir. Bu bombardıman, çarpma sonunda nötr moleküllerin, iyonize olmasına sebebiyet verdiğinden, kuvvetli bir sıcaklık yükselmesi sağlamaktadır. Yani ark ısı kaynağı olduğu gibi aynı zamanda radyasyon kaynağıdır (10).

Birçok elektrik ark kaynağı kesme ve işlemlerinde, lazer kaynaklarında, kesme işlemlerinde, pirinç kaynağında ve lehimlemede ihtiyatlı olarak ölçülmesi gereken bol miktarda radyasyon üretilmektedir. Direnç kaynağı ve soğuk kaynak gibi bazı işlemlerde, göz ardı edilebilir düzeyde radyant enerji üretilir (11).

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: aligursel@yahoo.com

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2011.14.1, 49-53

Örtülü elektrot metal ark kaynağından, TIG kaynağından ve MIG kaynağından IR bandından UV bandına doğru iyonize olmayan radyasyon yayılır. UV radyasyon yayılımı, ark akımının karesi oranında arttığı görülür (12).

Ark kaynaklarında 200 nm – 1 400 nm aralığında radyasyon üretilmekte ve bunun 200 nm – 400 nm aralığındaki değerleri UV radyasyondur (13,14). 200 nm – 1400 nm dalga aralığı UV, görünür ışık ve IR radyasyonu ihtiva eder. UV radyasyon, UV-A (315 nm - 400 nm), UV-B (280 nm – 315 nm) ve UV-C (100 nm – 280 nm) olmak üzere kendi arasında üç grupta ele alınır (14).

Kaynak, kesme ve birleştirme işlemleri, ciddi yaralanmalara sebep olabilen radyant enerji (radyasyon) üretir (15). Bu yüzden, kaynakçılar ve kaynak işlemlerine yakın çalışanlar, arkta yayılan radyasyonun zararları konusunda bilinçli olmalı ve kendilerini koruyucu önlemler almalıdırlar.

Kaynak işlemlerinde iyonize (X-Ray gibi) ve iyonize olmayan (UV, görünür ışık veya IR) iki çeşit radyasyon ortaya çıkmaktadır (11):

Elektrik ark kaynağı nüfuz edebilme özelliği olan ve “soft X-ray” diye adlandırılan iyonize radyasyon üretmektedir (16). Bazı araştırmalarda kaynak arkında düşük enerji dektörleriyle sağlığa zarar verecek düzeyde X-radyasyon tespit edilemese de, UV içinde uzayan çok yumuşak X-radyasyon bulunduğu ve buna karşı göz ve deri yüzeyinde doğal bir koruma tabakasının varlığı bilinir. Kaynak voltajı 10-15 kV'nin üzerine çıktığı zaman

Elektrik ark kaynaklarında iyonize olmayan radyasyon açısından, şunlar söylenebilir:

- Üretilen iyonize olmayan radyasyon enerjisinin yoğunluğu ve dalga boyu, işleme, kaynak parametrelerine, elektroda, ana metal kompozisyonuna, ergiyik bölgeye ve ana metal üzerindeki bütün kaplama malzemelerine bağlıdır
- UV radyasyon kaynak akımının yaklaşık karesi oranında artar
- Görünen parlaklık arttıkça UV radyasyon azalır
- Kaynak işlemlerinde argon gazı kullanımı diğer birçok koruyucu gazdan daha çok UV radyasyon üretilmesine sebep olur (11).

2. MALZEME VE METOD (MATERIALS AND METHOD)

Bu çalışmada kaynak malzemeleri olarak endüstride yaygın kullanım alanı olan düşük karbonlu çelik belirlenmiş ve bu malzemelere kaynak işlemleri uygulanmıştır. Çizelge 1.'de düşük karbonlu çelik malzemenin kimyasal bileşimleri verilmiştir.

Örtülü elektrot kaynaklarında düşük karbonlu çelik malzemeler için E6013 kodlu ve 3.25 mm çaplı rutil elektrotlar kullanılmıştır.

Kaynak arkından yayılan radyasyonun ölçümünde; ZEISS MCS 501 UV-NIR tipi spektrometre kullanılmıştır. ZEISS MCS 501 UV-NIR tipi spektrometrenin teknik özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Bu çalışmada UV ışığının kaynağı, kaynak arkının kendisi olduğundan, ortama UV verilmeden ZEISS

Çizelge 1. A36 (ATSM) düşük karbonlu çelik malzeme

Element	Mn	Si	C	Cu	S	P	Fe
%	1,03 max	0,280 max	0,25 – 0,290	0,20 max	0,050 max	0,040 max	Kalan

nüfuz edici X-radyasyon ortaya çıkabilir (17, 18). Bilinmelidir ki, elektron bombardımanı kaynağı X-radyasyon üretir. İş parçasındaki veya çalışma alanındaki gaz ve buhar molekülleri ile yüksek hızlı elektronlar etkileşime girdikleri zaman X-ray ışınları oluşur (11).

MCS 501 UV-NIR spektrometrenin sadece ışığı algılayan fotometre ve spektral dalga aralıklarına ayırıp analize imkan sağlayan spektrometre kısmı kullanılmıştır. Yapılan ölçümlerde dalga aralığı 200 nm – 1000 nm, değerlerin integrasyon zamanı veya ölçüm zaman aralığı

Çizelge 2. ZEISS MCS 501 UV-NIR tipi spektrometrenin teknik özellikleri

Cihaz Tipi	Çözünürlük	Hassasiyet	Piksel aralığı	Dalga Boyu
MCS 501 UV-NIR	2,4 nm	0.3 nm	512/1024	190-1015 nm

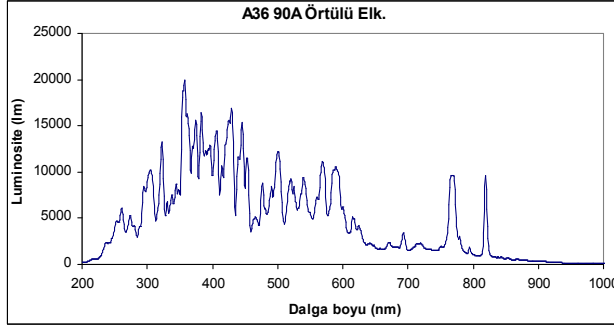
İyonlaştırıcı olmayan optik radyasyon; radyant enerjinin potansiyel hasar düzeyi; ark ve kaynak yöntemi, kaynak parametreleri, elektrot ve ana metal kompozisyonu, akım ve ana malzeme üzerindeki her çeşit kaplama veya boya gibi değişkenlere bağlı olan dalga boyu ve yoğunluğa bağlıdır. Direnç kaynağı, nokta direnç kaynağı ve soğuk kaynak gibi bazı kaynak yöntemlerinde genellikle önemsenmeyecek düzeyde optik radyasyon üretilir (19).

1/3 sn olarak belirlenmiştir. Fiber optik kablo ile uzatılan prob, kaynak arkına 1 m mesafede sabitlenerek ölçümler yapılmıştır.

Bu çalışmada; düşük karbonlu A36 tipi çelik malzemeye 90 A - 105 A - 120 A ve 135A akım değerlerinde örtülü elektrotla uygulanan kaynak arkından yayılan radyasyon değerleri incelenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Düşük karbonlu A36 çelik malzemeye 90 A, 105 A, 120 A ve 135 A akım değerlerinde örtülü elektrotla uygulanan kaynaktan yayılan radyasyon değerleri sırasıyla Şekil 1,2,3 ve 4'te incelenmiş, Şekil 5'te de 120 A ile 90 A akım değerlerinde uygulanan kaynak işleminde yayılan radyasyon değerleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 1. A36 çelik malzemeye 90 A akımla uygulanan örtülü elektrot kaynağı radyasyon değerleri

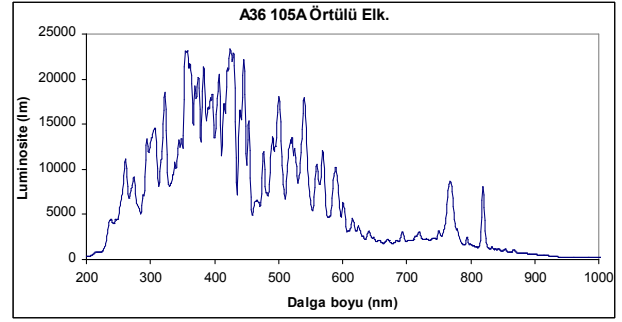
Düşük karbonlu çelik malzemeye 90 A akımla uygulanan örtülü elektrot kaynağında, 260 nm – 640 nm dalga boyu aralığında ışık akısı yoğunluğu (luminosite) 20 000 lm düzeyine kadar ulaştığı gözlemlenmiştir. 760 nm – 820 nm aralığında elde edilen IR ışınlarında yoğunluğun 1000 lm düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Örtülü elektrot ark kaynaklarında, elektrot örtüsünün ark esnasında yanması sebebiyle oluşan gaz ve cürufun ışımayı bloke ettiği düşünülmektedir. Ayrıca örtülü elektrotlarda, arkın elektrot ucunda oluşan kavisli kısmın içinde, elektrot metalini çevreleyen örtü tabakasının altında meydana gelmesi, ortama yayılan ışınların bloke edilmesine sebep olduğu ihtimal dâhilindedir. Dolayısıyla örtülü elektrot ark kaynaklarında üretilen radyasyon oranının bu çalışmada tespit edilenden daha yüksek olduğu sonucuna varılmaktadır.

240 – 640 nm arasında elde edilen verilerin bütün UV ve görünür ışık bandına tekabül ettiği ve UV-A ile görünür ışık düzeyinde yoğunlaştığı; 760 nm – 820 nm arasında elde edilen ışımaların ise IR ışınlarına tekabül ettiği anlaşılmaktadır.

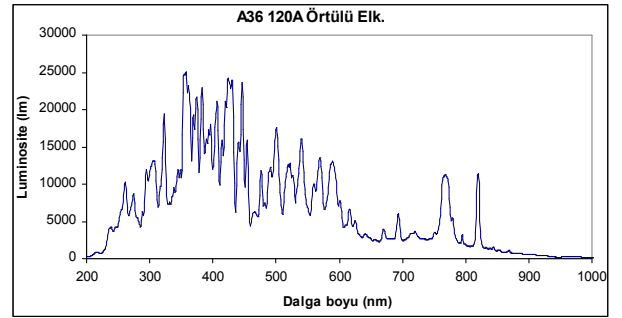
Ayrıca bu çalışmada amaçlanan kaynak parametrelerine göre hangi tür radyasyonun ortama yayıldığını tespiti olmasına karşın, elde edilen verilerle farklı enerji boyutlarının da incelenmesi sağlanmıştır. Dalga boyu veya frekans aralıklarına göre sınıflandırılan radyasyon türleri, bu aralıklarda yayılan her bir fotonun enerjisini ortaya koymaktadır. Ancak bu çalışmada, her bir kaynak parametresinden elde edilen radyasyon türünün ve buna bağlı olarak yaydığı enerjinin belirlenmesinin yanında, foton yoğunluğuna bağlı enerji de tespit edilmiştir. Luminosite olarak adlandırılan ışık akısı cinsinden grafikler oluşturulmuştur. Bu grafiklerde yatay eksen dalga boyu cinsinden enerjiyi, dikey eksen de foton yoğunluğu bakımından enerjiyi göstermektedir. Böylece her bir kaynak parametresinin hem foton yoğunluğu ba-

kimından enerji düzeyi hem dalga boyu veya frekans cinsinden türü ve enerjisi tespit edilmiştir.



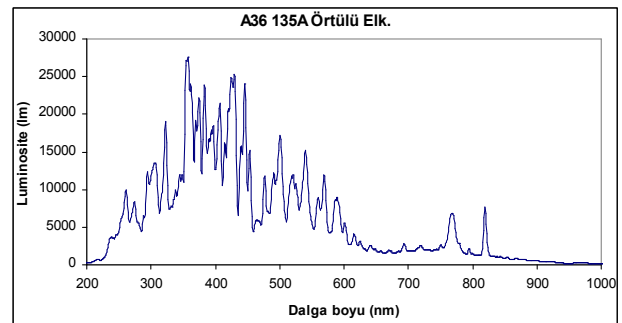
Şekil 2. A36 çelik malzemeye 105 A akımla uygulanan örtülü elektrot kaynağı radyasyon değerleri

Düşük karbonlu çelik malzemeye 105 A akımla uygulanan örtülü elektrot kaynağında, 240 nm – 620 nm dalga boyu aralığında, ışık akısı yoğunluğu 25 000 lm düzeyinde UV ve görünür ışık tespit edilmiştir. 760 nm – 820 nm aralığında 800 lm düzeyinde düşük yoğunluklu IR ışınları gözlemlenmiştir. En yüksek değerler, 350 nm – 450 nm aralığında UV-A bölgesinde kaydedilmiştir.



Şekil 3. A36 çelik malzemeye 120 A akımla uygulanan örtülü elektrot kaynağı radyasyon değerleri

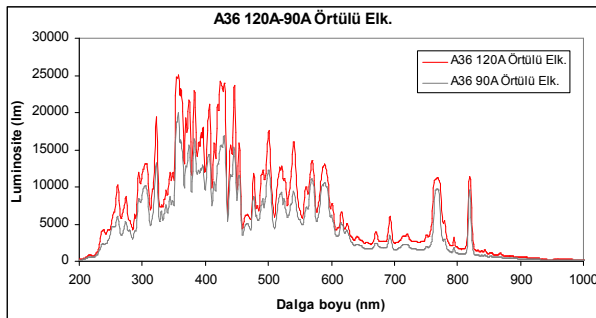
Düşük karbonlu çelik malzemeye 120 A akımla uygulanan örtülü elektrot kaynağında, ışık akısı yoğunluğu, akımındaki artış sebebiyle 25 000 lm düzeyinin üzerinde, yine 240 nm – 620 nm dalga boyu aralığında gözlemlenmiştir. 240 nm – 620 nm arasında elde edilen verilerin bütün UV ve görünür ışık bandına tekabül ettiği ve UV-A ile yüksek frekanslı görünür ışık düzeyinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. 760 nm – 820 nm arasında elde edilen ışımaların ise IR ışınlarına tekabül ettiği anlaşılmaktadır.



Şekil 4. A36 çelik malzemeye 135 A akımla uygulanan örtülü elektrot kaynağı radyasyon değerleri

Düşük karbonlu çelik malzemeye farklı akım değerlerinde uygulanan diğer örtülü elektrot kaynağı verilerinde olduğu gibi, 135 A akımla uygulanan ve Şekil 4'te verilen grafikte, 240 nm – 620 nm dalgaboyu aralığında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. 240 nm – 620 nm arasında elde edilen verilerin bütün UV bandı, görünür ışık bandına tekabül ettiği; UV-A düzeyinde yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. 760 nm – 820 nm düzeyinde yine 800 nm düzeyinde düşük yoğunluklu IR ışınları tespit edilmiştir.

Şekil 5'te A36 düşük karbonlu çelik malzemeye 90 A – 120 A akım uygulanan örtülü kaynak yönteminden elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.



Şekil 5. A36 düşük karbonlu çelik malzemeye 90 A – 120 A akım uygulanan örtülü kaynak yönteminden elde edilen veriler karşılaştırılması

A36 düşük karbonlu çelik malzemeye 90 A – 120 A akım uygulanan örtülü kaynak yönteminden elde edilen veriler karşılaştırılmasından elde edilen grafikte, akıma bağlı olarak ışık akısındaki değişim Şekil 5'te görülmektedir. Akımdaki artışla birlikte ışımaya yoğunluğunda da artış meydana gelmiştir. Akımın, ışık akısını etkileyen en önemli faktör olduğu bu karşılaştırmada da görülmektedir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS)

Ark kaynaklarından yayılan radyasyon ile ilgili yapılan literatür taramasında, kaynak arklarından radyasyon yayıldığı ifade edilmekle birlikte bu konuda ayrıntılı bir çalışma yapılmadığı görülmüştür. Literatürdeki eksikliği giderme amacıyla yapılan bu çalışmada, her bir kaynak parametresi ayrı ayrı gözlenmiş, ortaya çıkan radyasyon türleri ve yoğunlukları tespit edilmiştir. Kaynaklı birleştirme ve kesme işlemlerinde malzeme, kaynak yöntemi ve belirlenen akıma göre ortama ne tür radyasyon yayıldığına bilinmesi, uygulanacak tedbirler ve korunma yöntemleri açısından önemlidir. Bu amaçla yapılan çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Düşük karbonlu çelik, malzemelerin örtülü elektrot kaynağıyla birleştirilmeleri esnasında, kaynak arkından yayılan yüksek yoğunluklu ve enerjili UV-A, UV-B ve UV-C ışınları ve görünür ışık ile birlikte IR ışınları tespit edilmiştir.

2. Tespit edilen IR ışınları yüksek enerjili IR-A bölgesindedir ve arkın meydana getirdiği ısıya bağlı olarak oluştuğu düşünülmektedir.

3. Düşük karbonlu çelik malzemeye uygulanan bütün kaynak tekniklerinde, UV-C hattından başlayıp görünür ışık bandının sonuna kadar devam eden yayılım grafikleri elde edilmiştir. Bu grafiklerde ışık akısının en yoğun olduğu bölgenin, UV-A ve UV-B bölgesi olduğu gözlemlenmiştir.

4. Artan kaynak akımıyla ortama yayılan optik radyasyon enerjisinin de arttığı tespit edilmiştir. Kaynak akımının, oluşan radyasyon miktarını ve yoğunluğunu etkileyen en belirgin faktör olduğu bu çalışmadaki parametrelerde ortaya konmuştur. Akım artışıyla birlikte enerji girdisinde meydana gelen artış, kaynak işlemi esnasında artan yayılan radyasyonda artışa sebep olmuştur. Kaynak akımı arttıkça, ışık akısı ve radyasyon yayılımında gözlenen fark oranı da artmıştır.

5. Örtülü elektrot ark kaynaklarında çevreye yayılan ve bu çalışmada ölçülen radyasyon değerlerinden daha yüksek miktarda üretildiği düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Kurt, A., *1. Uluslararası Kaynak Teknolojileri Konferansı Bildiriler Kitabı*, Kaynak Teknolojisi Derneği ve Gazi Üniversitesi, Ankara, 1-3 (2009).
2. Hietanen, M., Nandelstadh, P., "Measurement of Optical Radiation Emitted by Welding Arcs", *Measurement of Optical Radiation Hazards*, Maryland, USA, 553-559 (1998).
3. Gürsel, A. "Elektrik Ark Kaynaklarından Yayılan Optik Radyasyon Değerlerinin Analizi", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Ocak 2010.
4. "Ultraviolet Radiation, Environmental Health Criteria 160", *World Health Organization*, 1-263 (1994).
5. Driscoll, C., McKinlay, A., "Ultraviolet Radiation: Sources; Characteristics; Measurements; Physical Interactions", *Third International Non-Ionizing Radiation Workshop*. Baden, Austria, 31-55 (1996).
6. Sliney, D. H., Wolbarsht, M. L., "Safety with Laser and Other Optical Sources", *A Comprehensive Handbook*. New York, Plenum Press, 1-5 (1980).
7. "Evaluation of Potential Hazards from Actinic Ultraviolet Radiation Generated by Electric Welding and Cutting Arcs", *U.S. Army Environmental Hygiene Agency*, Report No. 42-0053-77/ADA033768, (1976).
8. "Evaluation of the Potential Retinal Hazards from Optical Radiation Generated by Electric Welding and Cutting Arcs", *Army Environmental Hygiene Agency*, Report No. 42-0312-77/ADA043023, U.S., (1977).
9. Naidoff, M. A., and Sliney, D. H., "Retinal Injury from a Welding Arc", *American Journal of Ophthalmology*, 77(5): 663-668 (1974).
10. "Fundamentals of Welding, Welding Handbook", *American Welding Society*, 1-2: 33-79 (1981).
11. "Safety and Health Fact Sheet No 2", *American Welding Society*, 1-3 (2003).
12. "Assessment and Protection from Welding Arc Radiant Hazards", *Jefferson Lab ESH&Q*, Manual - Rev. 7-8 (2006).
13. Dixon, A. J., and Dixon, B. F., "Ultraviolet Radiation from Welding and Possible Risk of Skin and Ocular

- Malignancy”, *The Medical Journal of Australia*, MJA; 181 (3): 155-157. (2004).
14. “Radiation and the Effects On Eyes and Skin”, *Canadian Centre for Occupational Health & Safety*, 1-2 (2001).
 15. Lyon, T. L., “Knowing the Dangers of Actinic Ultraviolet Emissions”, *Welding Journal* 2(12): 28-30 (2002).
 16. Billings, D., “Soft X-rays from Electric Welding Arcs: Their detection and their effects”, *Blacksmithing Today*, 6(5): 8-15 (1966).
 17. Ortega-Cruz, A., Lyon, T. L., and Sliney, D. H., “X-rays from welding arcs”, *Welding Journal*, 21-28 (2001).
 18. “Recommended Safe Practices for Electron Beam Welding and Cutting”, Miami, Fla.: AWS F2, *American Welding Society*, 1-78 (2007).
 19. Lyon, T. L., “Guide to Radiation Health and Safety”, *The Magazine for materials Inspection and Testing Personnel*, 1-7 (2002)