

CZYM JEST NORMA ASTM E3022-18 I DLACZEGO JEJ POTRZEBUJEMY

5 maja 2020

Autor opracowania:

Marios Athanasiadis

Marios.athanasiadis@labino.com

Tel. + 1 (202) 888 2025

Jako odpowiedzialny uczestnik społeczności NDT, obdarzony zaufaniem przez tysiące firm i techników NDT na całym świecie oraz będący jednym z autorów normy ASTM E3022-18, często otrzymujemy pytania dotyczące tej normy.

Jesteśmy też odbiorcą skarg użytkowników NDT, którzy przy wielu okazjach zwracają naszą uwagę na usiłowanie wprowadzenia ich w błąd. Realne i częste są zapewnienia o zgodności z normą ASTM E3022-18 i promocje wyrobów, które nie mają nic wspólnego z ASTM E3022-18.

Celem niniejszego dokumentu jest wyjaśnienie pozytywnego wpływu normy ASTM E3022-18 na metody MPI i FPI. Podkreśliśmy także złożoność i czasochłonność badania potwierdzającego, że lampa UV-A jest zgodna z wymaganiami ASTM E3022-18.

Norma ASTM E3022-18 została opracowana w celu promocji bezpieczeństwa i jakości oraz powstrzymania producentów przed chodzeniem na skrót. Twierdzenia producentów niskokosztowych, że diody LED mają trwałość tylko kilku miesięcy oraz promocje części zamiennych i ich samodzielnej wymiany nie wspierają postępu technicznego. Są za to doskonałym usprawiedliwieniem dla źle zaprojektowanej lub wykonanej lampy.

5 maja 2020

Autor:

Marios Athanasiadis

Marios.athanasiadis@labino.com

Tel. + 1 (202) 888 2025



Dlaczego stworzono normę ASTM E3022-18?

Normę ASTM E3022-18 stworzono w celu zaspokojenia potrzeby istnienia normy określającej minimalne wymagania niezbędne do potwierdzenia, że lampa UV-A LED jest odpowiednia do kontroli w tak krytycznym zastosowaniu, jakim są badania nieniszczące. Jeśli nie można wymienić podwozia samolotu w trakcie lotu ani przyjąć odpowiedzialności za możliwość użycia niezgodnej lampy UV-A LED, ta norma jest niezbędna dla bezpieczeństwa.

Norma ASTM E3022-15, poprzedniczka normy E3022-18, była wydana 1 września 2015. Była rezultatem zbiorowej pracy zespołu składającego się z producentów oświetlenia UV-A i specjalistów z przemysłu, posiadających ponad 200 lat łącznego doświadczenia. Zespół pod przewodnictwem oficera lotnictwa USA zbierał się regularnie przez szereg lat, zanim poddał swoje wnioski pod głosowanie w ostatecznej formie. Firma Labino AB była jedną z firm uczestniczących w zespole i wnoszących swoją wiedzę przemysłową.

Pięć lat później norma ta została przekształcona w globalny standard i kryterium odniesienia dla lamp UV-A LED używanych w badaniach z penetrantem fluorescencyjnym i badaniach magnetyczno-proszkowych. Niektóre pierwszorzędne firmy, takie jak Airbus, przyjęły normę ASTM E3022-18 i używają jej jako podstawy swojej własnej wewnętrznej metody testowania (tj. Airbus AITM6-1001 – wydanie 12). Lista kontrolna kryteriów audytowych (AC711/1) programu NADCAP dla firm audytowanych ubiegających się o akredytację NADCAP także przyjmuje podobne wymagania jak zawarte w ASTM E3022-18, takie jak zatwierdzenie maksymalnej szczytowej długości fali 370 nm (**Rozdział 3.5.1**), stabilizacja i dostateczna intensywność promieniowania UV (**Rozdział 5.13.7**).

Celem normy ASTM E3022-18 jest przedstawienie zarysu procedur testowania wydajności lamp UV-A LED. Norma ASTM E3022-18 wymienia wszystkie zgłoszone wymagania, uznane za zasadnicze dla wykazania, że takie lampy są bezusterkowe i odpowiednie do użycia w badaniach z penetrantem fluorescencyjnym i badaniach magnetyczno-proszkowych.

“...przedstawienie zarysu procedur testowania wydajności lamp UV-A LED. Norma ASTM E3022-18 wymienia wszystkie zgłoszone wymagania, uznane za zasadnicze dla wykazania, że takie lampy są bezusterkowe...”

Norma ASTM E3022-18 stwierdza, że za testowanie, dokumentowanie wszystkich wyników testowania i certyfikowanie lamp UV-A odpowiedzialny jest producent. Działania te nie są przewidziane do wykonania przez użytkowników końcowych. Nie oczekuje się tego od któregośkolwiek końcowego użytkownika, a także przypuszczamy, że ogromna ich większość nie byłaby chętna, aby:

- (a) kupować urządzenia warte tysiące dolarów (minimalna lista wymaganego wyposażenia jest podana na **stronie 15**), żeby zweryfikować osiągi lamp kontrolnych UV-A, za które już zapłacili tysiące dolarów;
- (b) przyjmować odpowiedzialność i wewnątrznie przeznaczać środki na doskonalenie procedur według ASTM E3022-18 i wykonanie pomiarów w takim samym zakresie, jak producenci.

Zgodnie z ASTM E3022-18, za przetestowanie *każdej sprzedanej lampy* na zgodność odpowiadający jest producent lampy UV-A. Producent musi zaprotokołować spostrzeżenia w Protokole Testu Urządzenia i przedstawić go użytkownikowi lampy wraz z certyfikatem stwierdzającym, że lampa została przetestowana i stwierdzono jej zgodność z wymaganiami. Lampy muszą być przetestowane:

- (a) na zgodność z ograniczonymi testami odbiorczymi wymaganymi przez normę ASTM E3022-18, **Rozdział 8**;
- (b) jako pojedyncze urządzenie z uwzględnieniem **WSZYSTKICH** części składających się na lampę, takich jak obudowa, filtr, diody, konstrukcja obwodu elektronicznego, elementy optyczne, układ chłodzenia i układ zasilania (**Rozdział 1.2**).

Zgodnie z ASTM E3022-18, producent lampy UV-A LED odpowiada także za przetestowanie *każdego modelu lampy* na zgodność przy użyciu wzorcowej lampy UV-A LED. Producent musi zaprotokołować spostrzeżenia w Protokole Testu Typu i udostępnić protokół użytkownikowi. Lampa wzorcowa UV-A LED musi być przetestowana:

- (a) na zgodność z testami wymaganymi przez normę ASTM E3022-18, **Rozdział 7**;
- (b) jako pojedyncze urządzenie z uwzględnieniem **WSZYSTKICH** części składających się na lampę, takich jak kombinacja obudowy, filtra, diod, konstrukcji obwodu elektrycznego, elementów optycznych, układu chłodzenia i zasilania (**Rozdział 1.2**).

Czym są testy wymagane przez normę ASTM E3022-18 dla każdego modelu lampy?

Testy na modelu lampy (nazwane Protokołem Testu Typu) muszą być udostępnione użytkownikom przez producenta lamp UV-A. Producent nie może stwierdzić zgodności przez dostarczenie jedynie protokołu testu urządzenia, bez udostępnienia pomiarów wymaganych dla modelu lampy.

Protokół Testu Typu jest bardzo szczegółowym i obszernym protokołem badania, które każdy producent musi przeprowadzić na konkretnym modelu przy użyciu wzorcowej lampy (nie lampy aktualnie sprzedawanej odbiorcy) tego samego modelu. Jest to część procesu stwierdzenia zgodności. Lampa wzorcowa jest bezpiecznie przechowywana i powinna zostać udostępniona w przypadku audytu. Jeśli posiadają Państwo lampę Labino UV-A, jako spółka lub osoba fizyczna, zapraszamy kierownictwo do spraw jakości i/lub zespół do badań nieniszczących do odwiedzenia naszej firmy w celu przeprowadzenia audytu i ponownego zmierzenia wartości podanych w protokole testu typu przy użyciu naszej lampy wzorcowej.

Jeśli kupują Państwo lampę UV-A LED oznakowaną jako przetestowana na zgodność z normą ASTM E3022-18, mają Państwo prawo poprosić producenta o ten protokół.

Lista testów wymaganych dla każdego modelu lampy – Protokół Testu Typu

Maksymalne natężenie promieniowania	Szczytowa długość fali
Profil wiązki promieniowania	Szerokość połówkowa (FWHM)
Minimalna odległość robocza	Największa długość fali w połowie wysokości
Stabilność temperaturowa	Natężenie promieniowania wzbudzenia
Maksymalna temperatura obudowy	Tętnienie prądu
Widmo emisji	Transmitancja filtra

Powyższe testy nie są tylko pozycjami do odfajkowania. Każdy pomiar jest wykonywany zgodnie z procedurą, która wymaga:

- (a) podjęcia wielokrotnych działań przez kilka godzin; oraz
- (b) specjalistycznego wyposażenia umożliwiającego te pomiary.

Na przykład, *Test w Temperaturze Otoczenia (Rozdział 7.6.2)*, który wchodzi w skład Stabilności Temperaturowej (*Rozdział 7.6*) stwierdza: “Przy załączonej lampie wykonać pomiar opisany w punkcie 7.6.4 (Pomiary widma emisji). Powtarzać pomiary co 30 min, do chwili gdy szczytowa długość fali będzie się zmieniać nie więcej niż o ± 1 nm, a natężenie promieniowania wzbudzenia będzie się zmieniać nie więcej niż o 5% w trzech kolejnych pomiarach. Po ustabilizowaniu zmierzyć tętnienie prądu”.

Test w Podwyższonej Temperaturze (Rozdział 7.6.3), który także wchodzi w skład Stabilności Temperaturowej (*Rozdział 7.6*) wymaga użycia komory klimatyzacyjnej do sztucznego podwyższenia temperatury wokół lampy. W odniesieniu do testu norma stwierdza (*Rozdział 7.6.3.1*): “Ustawić temperaturę komory na maksymalną temperaturę roboczą lampy, podaną przez producenta. Przy załączonej lampie wykonać pomiar opisany w punkcie 7.6.4 (Pomiary widma emisji). Powtarzać pomiary co 30 min, do chwili gdy szczytowa długość fali będzie się zmieniać nie więcej niż o ± 1 nm, a natężenie promieniowania wzbudzenia będzie się zmieniać nie więcej niż o 5% w trzech kolejnych pomiarach. Po ustabilizowaniu zmierzyć tętnienie prądu”.

Lampy UV-A są klasyfikowane w trzech kategoriach:

- (a) Typ A – Są to lampy UV-A zasilane prądem zmiennym AC (z sieci), zasadniczo odpowiednie do zastosowań jako lampy ręczne i nagłowne (tj. wewnątrz pomieszczenia na ławie magnetycznej). Jest konkretnym wymaganiem, żeby lampy UV-A LED typu A miały minimalną średnicę wiązki 5 cali przy intensywności większej lub równej $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Do kategorii typu A należą modele Labino GX Orion oraz lampy serii BB 2.0 AC (sieciowe) i serii MB 3.0 AC (sieciowe).
- (b) Typ B – Są to lampy zasilane z baterii, zasadniczo odpowiednie do zastosowań przenośnych i stacjonarnych. Jest konkretnym wymaganiem, żeby lampy UV-A LED typu B miały minimalną średnicę wiązki 5 cali przy intensywności większej lub równej $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Do kategorii typu B należą zasilane z baterii modele Labino serii BB 2.0 i serii MB 3.0 AC.
- (c) Typ C – Są to lampy zasilane z baterii, zasadniczo odpowiednie na lampy błyskowe z pojedynczą diodą. Jest konkretnym wymaganiem, żeby lampy UV-A LED typu C miały minimalną średnicę wiązki 3 cali przy intensywności większej lub równej $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Do kategorii typu C należą modele Labino serii UVG3 2.0 i serii UVG5 2.0 AC.

Dla wszystkich trzech typów wymagane są wyżej wymienione testy. Dla typów B i C wymagane jest także podanie typowego czasu i krzywej rozładowania baterii.

Norma ASTM E3022-18 zawiera dokładne instrukcje wykonania pomiarów dla każdego testu. Podaje także sposób jednolitego i jasnego protokołowania wyników, tak aby użytkownicy czytający protokół mogli się dowiedzieć o prawidłowym użyciu lampy, odległości roboczej i oświetlanej powierzchni oraz uzyskać informacje dla porównania jednego modelu lampy z innym (niekoniecznie tego samego producenta).

Na przykład można graficznie porównać profile wiązki promieniowania (**Rozdział 7.4** i **Rys. 1**) dwóch modeli. Norma podaje:

- (a) zakresy stosowanych intensywności;
- (b) kolory stosowane do ilustracji zakresów intensywności:
 - niebieski: $< 200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
 - zielony: $200 - 1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
 - żółty: $1000 - 5000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
 - czerwony: $5000 - 10000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
 - biały: $> 10000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Aby wykonać badanie nieniszczące przy użyciu lampy UV-A LED, trzeba użyć lampy powodującej fluorescencję chemikaliów. Chemikalia do metod MPI i FPI fluoryzują tylko pod działaniem pewnej długości fali. Większość norm, łącznie z ASTM E3022-18, podaje wymaganą długość fali w zakresie od 360 do 370 nm. Lampa UV-A musi emitować promieniowanie o minimalnej intensywności przy zadanej odległości roboczej. Im bardziej długość fali jest odległa od tego zakresu, tym bardziej maleje prawdopodobieństwo zobaczenia wskazania.

Przeprowadzone testy w zasadzie zapewniają, że lampa jest stabilna i że nie ma obserwowanych zmian intensywności wiązki, migotania lub efektu stroboskopowego. Nie tylko przy załączonej lampie, ale także wtedy, gdy jest gorąca. Dlaczego jest to ważne?

- (a) *Intensywność nie jest stała, zmienia się pod wpływem ciepła.* Jeśli lampa generuje więcej ciepła niż powinna, intensywność może spaść znacznie poniżej początkowej intensywności, a operator może nawet tego nie zauważyć.

Zagrożenie: Im bardziej spada intensywność, tym bardziej zmniejsza się odległość robocza i pokrywana powierzchnia, o wiele poniżej poziomu do którego kontroler NDT jest przyzwyczajony (i jakiego się spodziewa), istnieje więc większe ryzyko pominięcia wskazania.

- (b) *Długość fali nie jest stała, zmienia się pod wpływem ciepła.* Jeśli lampa generuje więcej ciepła niż powinna, długość fali może się przesunąć powyżej dopuszczalnej granicy 370 nm, a kontroler NDT nawet nie będzie tego świadomy.

Zagrożenie: Im bardziej długość fali emitowanego promieniowania oddala się od 370 nm, tym większe jest ryzyko pominięcia pęknięcia.

“...testy są wykonywane na pojedynczym urządzeniu dla określenia skuteczności układu chłodzenia diod LED oraz utrzymania intensywności i długości fali w zadanych granicach.”

Powodem tego, że norma ASTM E3022-18 konkretnie wymaga wykonania testów na pojedynczym urządzeniu z uwzględnieniem WSZYSTKICH części wchodzących w skład lampy, takich jak obudowa, filtr, diody, konstrukcja obwodu elektronicznego, elementy optyczne, układ chłodzenia i układ zasilania, jest dokładnie możliwość określenia skuteczności układu chłodzenia diod LED oraz utrzymania intensywności i długości fali w zadanych granicach.

Wszystkie części wymienione powyżej i w **Rozdziale 1.2** normy ASTM E3022-18 w taki czy inny sposób dotyczą wpływu ciepła: jak ciepło jest generowane, jak ciepło przepływa wewnątrz przyrządu i jak jest odprowadzane na zewnątrz lampy. Bez względu na to, czy lampa jest chłodzona przez wentylator, czy ma mechaniczny układ chłodzenia, intensywność nie może spaść więcej niż o 20%, a długość fali nie może przekroczyć 370 nm. Z tego powodu niemożliwe jest testowanie każdego elementu indywidualnie, ponieważ nie można w ten sposób uzyskać wyników odnoszących się do normy ASTM E3022-18.

“Wymienne żarówki LED sprzedawane jako zgodne z ASTM E3022-18 do stosowania w lampach zawierających zwykle żarówki rtęciowe są oszustwem. Nie mają one nic wspólnego z normą ASTM E3022-18.”

Wymienne żarówki LED sprzedawane jako zgodne z ASTM E3022-18 do stosowania w lampach zawierających zwykle żarówki rtęciowe są oszustwem. Nie mają one nic wspólnego z normą ASTM E3022-18. Certyfikacja zgodności z ASTM E3022-18 nie może być wykonana bez przetestowania WSZYSTKICH części składających się na lampę jako jedno urządzenie. Posiadamy listę kilku chińskich i indyjskich producentów z amerykańskimi i europejskimi dystrybutorami, którzy sprzedają takie żarówki i fałszywie deklaruje ich zgodność. Jeśli otrzymali Państwo ofertę na takie wyroby, usilnie sugeruję zgłoszenie tego faktu do lokalnego oddziału Amerykańskiego Towarzystwa Badań Nieniszczących (ASNT) lub innej instytucji związanej z badaniami nieniszczącymi.

“...niemożliwe jest testowanie każdego elementu indywidualnie, ponieważ nie można w ten sposób uzyskać wyników odnoszących się do normy ASTM E3022-18.”

Ponadto, wymienne żarówki LED do samodzielnej obsługi istniejących lamp LED nie są dozwolone przez normę ASTM E3022-18. Producent musi ponownie certyfikować lampę, która miała wymienioną część krytyczną dla wydajności lampy.

Zawsze jest przyczyna awarii diody LED. Najczęściej jest to jeden z następujących powodów: zastosowano niewłaściwy prąd, zastosowano niewydajny sterownik, układ chłodzenia nie odpowiada wymaganiom całego układu itd. Nie jest prawdą, że diody powinny mieć trwałość kilku miesięcy, co twierdzą niskokosztowi producenci, którzy bez ograniczeń sprzedają części zamienne. Jeśli Państwa stacjonarna lampa wymaga częstej wymiany diod LED, nie można mieć pewności, że emituje ona prawidłową długość fali. Oznacza to, że lampa przegrzewa się znacznie powyżej dopuszczalnego poziomu i przesuwają intensywność i długość fali w niewłaściwym kierunku. Intensywność przesuwa się w stronę mniejszej wartości, a długość fali – w stronę większej wartości.

Norma ASTM E3022-18 zapewnia, że te błędy są utrzymywane pod kontrolą. Ponieważ testy i pomiary według ASTM E3022-18 są wykonywane przez producentów dla ich własnych wyrobów, rozsądnie jest wybrać wiarygodnego producenta.

„Nie jest prawdą, że diody powinny mieć trwałość kilku miesięcy, co twierdzą niskokosztowi producenci, którzy bez ograniczeń sprzedają części zamienne. Jeśli Państwa stacjonarna lampa wymaga częstej wymiany diod LED, nie można mieć pewności, że emituje ona prawidłową długość fali. Oznacza to, że lampa przegrzewa się znacznie powyżej dopuszczalnego poziomu i powoduje zmiany intensywności i długości fali.”

Stacjonarna lampa Labino GX Orion jest objęta 3-letnią gwarancją i w ciągu tych trzech lat żadna z diod LED nie uległa awarii w którymkolwiek z 50 krajów, do których była sprzedana. Także kilku innych producentów ma wyroby wysokiej jakości. Istnieje duża różnica w jakości i dostosowaniu się do norm takich jak ASTM E3022-18 między poważnymi producentami a niskokosztowymi producentami, którzy chętnie chodzą na skróty.

Labino AB oraz szereg innych producentów utrzymują swoje lampy wzorcowe w bezpiecznym zamknięciu. Każdy użytkownik końcowy, który kupił lampę Labino UV-A, może odwiedzić nas, żeby sprawdzić, czy własności publikowane w naszych Protokołach Testu Typu są zgodne z rzeczywistym modelem wzorcowym Labino.

Norma ASTM E3022-18 wymaga także, żeby producent określił skrajne temperatury, jakie lampa może wytrzymać. To dlatego do regulacji i testowania w różnych temperaturach potrzebne jest specjalistyczne wyposażenie, takie jak komora klimatyzacyjna. Na przykład modele Labino UV-A są rutynowo sprawdzane na utrzymanie sprawności w temperaturze 50 °C.

Norma wymaga także pomiarów filtrów używanych do minimalizacji emisji światła widzialnego oraz UV-B i UV-C, wszystkich zmiennych które mogą być przyczyną rozpraszania podczas kontroli i/lub powodować uszkodzenie oczu ludzkich. Filtr musi mieć następujące poziomy transmitancji przy każdej długości fali: 380 nm \leq 85%, 400 nm \leq 30%, 420 nm \leq 5%, 425 do 670 nm \leq 0,2%.

Natężenie światła otoczenia podczas wykonywania testów, łącznie z codziennymi pomiarami promieniowania, musi być mniejsze niż 21,5 lx. Temperatura podczas testów musi być także stabilna w granicach 25 ± 3 °C.

Czym są testy wymagane przez normę ASTM E3022-18 dla zakupionego urządzenia?

Testy na lampach dostępnych do zakupu (nazwane Protokołami Testu Urządzenia) powinny być dołączone do każdej lampy. Jeśli protokół nie został dostarczony z lampą, należy na pewno poprosić o niego. Protokół będzie potrzebny do następnego audytu ISO lub Nadcap.

Protokół Testu Urządzenia jest z natury krótszy niż Protokół Testu Typu, ponieważ wymagana jest mniejsza liczba testów. Producent lampy UV-A, który wykonuje test i potwierdza zgodność z ASTM E3022-18, jest zobowiązany do dostarczenia kupującemu Protokołu Testu Urządzenia i certyfikatu stwierdzającego zgodność.

Lista testów wymaganych dla każdej sprzedanej modelu lampy – Protokół Testu Urządzenia

Maksymalne natężenie promieniowania	Szczytowa długość fali
Widmo emisji	Transmitancja filtra
Długość fali	

Ważną rzeczą jest zapytanie, dlaczego potrzebujemy Protokół Testu Urządzenia, jeśli już przetestowaliśmy model zgodnie z Protokołem Testu Typu. Odpowiedź jest taka sama jak gdybyśmy zapytali, dlaczego potrzebujemy ponownej certyfikacji lampy po awarii diody LED.

Odpowiedź bazuje na fakcie, że każda lampa UV-A jest wyjątkowa. Każda dioda LED jest wyjątkowa, łącznie z diodami najwyższej jakości. Nie ma dwóch lamp dokładnie takich samych. Jeśli kupi się dwie lampy i zmierzy ich światło z tej samej odległości, intensywność nie będzie taka sama. Jeśli kupi się dwie lampy i zmierzy długość fali za pomocą spektrometru, wyniki nie będą takie same, chociaż ich wierzchołki powinny być w zakresie od 360 do 370 nm, jak podaje E3022-18. Jest powód, dla którego wymagany jest zakres, a nie pojedyncza wartość.

Różne diody UV LED mają różną moc i długość fali. Z którymkolwiek z elementów składających się na lampę UV-A może się zdarzyć kilka błędów, a błędy się zdarzają. Dlatego norma ASTM E3022-18, **Rozdział 8**, wymienia zasadnicze testy, które muszą być wykonane dla zapewnienia, że wszystkie lampy UV-A dostępne na rynku są odpowiednie do prowadzenia badań nieniszczących.

Gdyby zastąpiono wymaganie przeprowadzenia testu urządzenia i/lub wymaganie ponownej certyfikacji lampy UV-A, w której wymieniono część krytyczną dla jej wydajności optycznej, przez ponowne wydanie protokołu testu urządzenia po naprawie, żaden końcowy użytkownik nie mógłby być pewny, że producent dostarcza urządzenia o prawidłowej długości fali i intensywności. Element jakości byłby stracony wraz ze wszystkim, co przemysł osiągnął przez przyjęcie normy ASTM E3022 po roku 2015.

„Gdyby usunąć wymaganie przeprowadzenia testu urządzenia i/lub wymaganie ponownej certyfikacji lampy UV-A, w której wymieniono część krytyczną dla mocy optycznej, przez ponowne wydanie protokołu testu urządzenia po naprawie, żaden końcowy użytkownik nie mógłby być pewny, że producent dostarcza urządzenia o prawidłowej długości fali i intensywności.

Jakie wyposażenie jest potrzebne do przeprowadzenia testów wymienionych w normie ASTM E3022-18?

Żadne urządzenie nie jest dość dobre.

Do przeprowadzenia testów wymienionych w normie ASTM E3022-18 potrzebne jest następujące specjalistyczne wyposażenie:

Lista wyposażenia potrzebnego do wykonania testów

Radiometr UV-A	Termometr
Spektroradiometr	Fotometr Vis
Spektrofotometr	Termometr podczerwieni
Komora klimatyzacyjna	Kamera
Oscyloskop	

Norma ASTM E3022-18 stawia szczególne wymagania dla dwóch z szeregu urządzeń potrzebnych do przeprowadzenia powyższych testów:

- (a) Norma ASTM E3022-18 wymaga, żeby radiometry UV były kalibrowane zgodnie z normami ANSI/ISO/IEC 17025 i ANSI/NCSL Z540.3 lub równoważnymi. Radiometry powinny być cyfrowe i mieć rozdzielczość co najmniej $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Szerokość lub średnica otworu przedniego końca czujnika nie powinna być większa niż 12,7 mm.
- (b) Norma ASTM E3022-18 wymaga użycia spektroradiometru o rozdzielczości co najmniej 0,5 nm i stosunku sygnału do szumu 50:1. Układ powinien być zdolny do mierzenia bezwzględnego widmowego natężenia promieniowania w minimalnym zakresie od 300 do 400 nm.

Odnosnie do radiometrów UV, norma ASTM E3022-18, **Rozdział 6.1**, stwierdza: "Radiometr UV-A przeznaczony do pomiaru natężenia promieniowania elektromagnetycznego. W radiometrach UV-A zastosowany jest filtr i system czujnikowy dający odpowiedź dzwonową (tj. gaussowską) przy 365 nm (3650 Å) lub odpowiedź o profilu „top-hat” z centrum w otoczeniu 365 nm. 365 nm jest szczytową długością fali, przy której większość penetrujących barwników fluorescencyjnych wykazuje największą fluorescencję. Radiometry ultrafioletu powinny być skalibrowane zgodnie z normami ANSI/ISO/IEC 17025 i ANSI/NCSL Z540.3 lub równoważnymi. Radiometry powinny być cyfrowe i mieć rozdzielczość co najmniej 5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Szerokość lub średnica otworu przedniego końca czujnika nie powinna być większa niż 12,7 mm.

Istnieją wyraźne i precyzyjne wymagania dla średnicy czujnika radiometru, ponieważ w przeciwnym razie błędy mogłyby być dowolnie duże. Powyższe wymaganie powoduje poprawę dokładności. Im większa jest średnica otworu czujnika, tym bardziej odczyty UV odchylają się od prawdziwych wartości. Jeśli czujnik jest zakryty przez powierzchnię filtra-cyjną o wiele większą niż rzeczywisty czujnik, powoduje to różnice odczytów. Niczego nie-podejrzewający operator NDT musi wtedy domyślać się, gdzie właściwie czujnik znajduje się pod dużą powierzchnią. Operator NDT nie ma obowiązku otwarcia urządzenia czujnikowego, żeby zobaczyć, co jest w środku – spowodowałoby to, że czujnik jest „poza kalibracją”. Jeśli protokół testu urządzenia lub protokół testu typu był wykonany za pomocą takiego czujnika, testy są nieważne i lampa UV-A musi być ponownie przetestowana. Gdyby spotkali się Państwo z miernikami UV o różnych wielkościach czujników, tj. większych niż 12,7 mm, które są skalibrowane ale pokazują różne odczyty, mogłoby to być jednym z wyjaśnień.

Dlaczego posiadanie dokładnego miernika UV jest tak ważne? Niektóre lampy lub modele lamp są na krawędzi akceptacji z kilku powodów, takich jak średnica wiązki, natężenie promieniowania itd. Jeśli przyjmemy niewielki błąd 5% jako błąd generowany przez czujnik niespełniający wymagań technicznych, może to spowodować, że parametry lamp znajdą się poza dopuszczalną granicą. Proszę zwrócić uwagę, że 5-% błąd spowodowany przez czujnik niespełniający wymagań dodaje się do niepewności kalibracji już zawartej w czujniku. Ta niepewność kalibracji, wyszczególniona w certyfikacie kalibracji, może dodatkowo zwiększyć błąd każdego czujnika o 3 do 5%. Zatem czujnik dający złe odczyty z powodu zbyt dużego otworu powoduje powstanie ogólnego błędu wielkości co najmniej 8 do 10%.

Norma ASTM E3022-18 nie określa dopuszczalnej procentowej wielkości błędu, ale gdyby kierować się zdrowym rozsądkiem, to wielkość błędu powinna być utrzymywana na minimalnym poziomie, czyli na poziomie $\pm 5\%$, jak wszystkie kalibracje UV. Należy pamiętać, że jeśli codzienna działalność jest związana z programem NADCAP i/lub posiada się aprobatę NADCAP, **KRYTERIA AUDYTU NADCAP AC7114/1 wersja M, Rozdział 5.13.4**, zawierają następujące pytanie:

Czy dokładność miernika światła mieści się w granicach $\pm 5\%$ odczytu standardowego?

TAK NIE

Jak dla wszystkich krytycznych organizacji przykładających największą wagę do bezpieczeństwa, dokładność i bezpieczeństwo są najważniejsze także dla NADCAP. Żadna organizacja nie może zatwierdzić stosowania miernika, o którym wie, że błąd jego odczytów przekracza 5% odczytu standardowego.

Wpływ na średnicę wiązki: Jak omówiono wcześniej na **stronie 7**, ASTM E3022-18 określa graniczną średnicę wiązki 5 cali dla lamp typu A i B oraz średnicę wiązki 3 cali dla lamp typu C. Zatem wyżej omówiony błąd wielkości 8 do 10% może niesłusznie spowodować niezgodność lampy, ponieważ średnica wiązki będzie uznana za mniejszą, jeśli intensywność jest zaniżona, co ma miejsce w przypadku większego czujnika.

Wpływ na natężenie promieniowania: Są końcowi użytkownicy, którzy nie tylko stosują się do wymagań normy ASTM E3022-18, ale także pracują zgodnie z NAJWAŻNIEJSZYMI wymaganiami, z bardzo restrykcyjnymi przepisami dotyczącymi wymaganego poziomu intensywności. Na przykład, specyfikacja techniczna RRES 90061 firmy Rolls-Royce i metoda testowania AITM6-1001 firmy Airbus zawierają maksymalną granicę $5000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ w odległości 18 cm. Ich dostawcy nie mogą sprzedawać lamp o natężeniu $>5000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, ale mogą sprzedawać lampy wskazujące natężenie $4750 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Jeśli producent urządzeń UV stosuje miernik UV klasy A (z większym czujnikiem) i ustawia intensywność na $4750 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, a końcowy użytkownik (tj. Rolls-Royce) stosuje miernik UV klasy B (z czujnikiem w granicach specyfikacji technicznej) i mierzy intensywność $5150 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, podczas audytu końcowemu użytkownikowi będzie wykazana niezgodność.

Wpływ na odległość roboczą: Wiele norm takich jak Airbus AITM6-1001 pozwala na zastosowanie poziomu intensywności wyższego niż $5000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ w odległości 15 cali, dopóki odległość robocza jest utrzymana tam, gdzie intensywność osiąga $5000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Błędny pomiar zamienia błąd intensywności na błąd odległości roboczej.

Średnica wiązki, natężenie promieniowania i odległość robocza są zmiennymi powiązаныmi ze sobą, których znajomość daje operatorowi NDT wiedzę i świadomość pozwalające nie tylko przeprowadzić kontrolę, ale także odrzucić lampę UV-A niespełniającą wymagań technicznych, jeśli tylko ten operator wie, jakie rzeczywiście są wartości tych zmiennych.

Niniejszy komentarz nie jest częścią normy ASTM E3022-18, ale dobrze jest się z nim zapoznać, ponieważ w użyciu jest mnóstwo starych mierników. Prędzej czy później spotkają się Państwo z tym problemem.

Kontrolerzy NDT często nas pytają, dlaczego stare mierniki nie dają tego samego wyniku dla lampy UV-A LED i dla rtęciowej lampy UV-A. Odpowiedź jest prosta. Rtęciowa lampa UV-A emituje dużą ilość światła w długościach fali odległych od 365 nm i wiele starych modeli mierników nie było przeznaczonych do prawidłowego działania w warunkach dużego stężenia światła o innych długościach wokół konkretnej długości fali.

Lampy UV-A LED emitują dużą ilość światła w długościach fali zbliżonych do 365 nm. Natężenie promieniowania emitowanego przez lampę UV-A najlepiej mierzyć miernikiem cyfrowym. Cyfrowe radiometry UV-A do badań nieniszczących są wykonane z filtrem i detektorem. Detektor mierzy CAŁE światło przechodzące przez filtr, zazwyczaj o długościach fali wokół 365 nm.

Kto sprzeciwia się normie ASTM E3022-18?

Producenci niezdolni przeprowadzić certyfikacji lub recertyfikacji i ich dealerzy

Norma ASTM E3022-18 została stworzona w celu podniesienia jakości lamp UV-A LED używanych w badaniach z penetrantem fluorescencyjnym i w badaniach magnetyczno-proszkowych. Na rynku dostępnych jest wiele lamp UV-A nieodpowiednich do kontroli, z których większość pochodzi z krajów niskokosztowych.

Testowanie lampy na zgodność z ASTM E3022-18 jest rzeczą kosztowną i czasochłonną. Przetestowanie urządzenia trwa kilka godzin, dane muszą być udokumentowane i ostatecznie zostaje wydany certyfikat. Poważni producenci opracowali i wdrożyli całą niezbędną infrastrukturę wymaganą do testowania, jeśli lampy dostarczane do użytkowników podlegają ograniczonym próbom odbiorczym.

Kilku producentów z krajów niskokosztowych nie stworzyło takich możliwości. Zamiast tego sprzedają części zamienne do już sprzedanych lamp UV-A LED, zapewniając o zgodności, a nie informując niczego niepodważających klientów o swoich zobowiązaniach do zgodności. Produkcja części zamiennych i ich samodzielna wymiana nie wspierają postępu technicznego. Są natomiast doskonałym usprawiedliwieniem dla źle zaprojektowanej lub wykonanej lampy.

“Produkcja części zamiennych i ich samodzielna wymiana nie wspierają postępu technicznego. Są natomiast doskonałym usprawiedliwieniem dla źle zaprojektowanego lub wykonanego oświetlenia.”

Użytkownik lampy, technik NDT przeszkolony i posiadający doświadczenie w badaniu materiałów, nie powinien być obciążony naprawianiem i potwierdzaniem, że lampa UV-A LED została przetestowana na zgodność z normą ASTM E3022-18. Proszę spytać członków swojego zespołu NDT, czy kiedykolwiek używali spektrometru lub czy nawet go widzieli.

Czy firma będąca dostawcą dużego producenta sprzętu lotniczego lub samochodów albo firma kontrolna świadcząca usługi trzeciej strony dla rafinerii albo platformy wiertniczej chciałaby wykonywać badania przy użyciu lampy, która nie daje prawidłowej intensywności promieniowania albo długości fali po 30 minutach użytkowania?

Norma ASTM E3022-18 stwierdza, że za testowanie, dokumentowanie wszystkich wyników testowania i certyfikowanie lamp UV-A odpowiedzialny jest producent. Działania te nie są przewidziane do wykonania przez użytkowników końcowych. Nie oczekuje się od kogośkolwiek końcowego użytkownika, a także przypuszczamy, że ogromna większość nie byłaby chętna, aby:

- (a) kupować urządzenia warte tysiące dolarów (minimalna lista wymaganego wyposażenia jest podana na **stronie 15**), aby zweryfikować osiągi lamp kontrolnych UV-A, za które już zapłacili tysiące dolarów;
- (b) przyjmować odpowiedzialność i wewnętrznie przeznaczać środki na doskonalenie procedur według ASTM E3022-18 i wykonanie pomiarów w takim samym zakresie, jak producenci.

Często zadawane pytania

Proszę przysyłać do mnie e-mailem wszelkie niewymienione tu pytania!

Czy moja lampa rtęciowa jest zgodna z normą ASTM E3022-18?

Nie. Norma ASTM E3022-18 stosuje się tylko do lamp UV-A LED. Nie stosuje się do lamp rtęciowych, wyładowczych, łukowych lub luminescencyjnych (fluorescencyjnych) ani do światłowodów (np. źródła światła boroskopu).

Czy po wymianie żarówki na LED moja lampa rtęciowa jest zgodna z normą ASTM E3022-18 ASTM E3022-18?

Nie. Producent jest odpowiedzialny za certyfikację konkretnej lampy jako pojedynczego urządzenia, z uwzględnieniem WSZYSTKICH części składających się na lampę, takich jak obudowa, filtr, diody, konstrukcja obwodu elektronicznego, elementy optyczne, układ chłodzenia i układ zasilania. Kiedy kupuje się jeden z powyższych elementów, w tym przypadku diody, nie ma gwarancji że użycie diod z jakimś urządzeniem rtęciowym nie przesunie długości fali diod poza zakres 360-370 nm. Nikt nie przetestował korpusu lampy z diodami, a zatem nikt nie może stwierdzić zgodności z normą ASTM E3022-18.

Jeśli mój certyfikat wymienia normę E3022-15, to czy powinienem poprosić o certyfikat wymieniający normę E3022-18?

Nie. Nie ma takiej potrzeby. Różnicą między wersjami E3022-15 i E3022-18 jest tylko współczynnik konwersji, który został skorygowany. W wersji E3022-18 nie zostało zmienione nic zasadniczego, co byłoby częścią posiadanego certyfikatu.

Zagubiłem mój certyfikat ASTM E3022-18, czy mogę otrzymać kopię?

Chociaż norma nie odnosi się do przechowywania danych, wszyscy główni producenci przechowują dane umożliwiające odtworzenie certyfikatu. Firma Labino wykonuje to bezpłatnie.

Czy mogę samodzielnie naprawić moją lampę UV-A?

To zależy od uszkodzenia. Jeśli chodzi o coś niezwiązanego z wydajnością optyczną, jak wymiana zasilacza albo zewnętrznego kabla, może Pan to naprawić, jeśli tylko jest Pan wykwalifikowany lub uprawniony przez Pana firmę. Jednak obowiązek wykonania i najczęściej posiadania umiejętności uzyskania przez lampę zgodności z ASTM E3022-18 spoczywa na producencie (Rozdział 1.2). Wykonanie certyfikacji zajmuje kilka godzin i wymaga specjalistycznego wyposażenia (na przykład spektrometru) oraz doskonałej znajomości normy. Naprawy dotyczące wydajności lampy należy pozostawić producentowi lub autoryzowanemu centrum serwisowemu.

Kiedy moja lampa UV-A LED wymaga recertyfikacji?

Lampa powinna być ponownie certyfikowana tylko przez producenta lub autoryzowane centrum serwisowe. Recertyfikacja jest wymagana tylko wtedy, gdy uszkodzony jest krytyczny element wpływający na wydajność lampy. Takie elementy z reguły znajdują się wewnątrz obudowy, jak na przykład słabnąca dioda, spalona karta sterownika itd. Recertyfikacja nie jest wymagana, jeśli trzeba wymienić elementy zewnętrzne lampy, takie jak zasilacz, kabel zasilania lub baterie.

Jaka jest różnica między Protokołem Testu Typu a Protokołem Testu Urządzenia?

Protokół Testu Typu jest bardzo szczegółowym i obszernym protokołem badania, które każdy producent musi przeprowadzić na konkretnym modelu przy użyciu wzorcowej lampy (nie lampy aktualnie sprzedawanej odbiorcy) tego samego modelu. Lampa wzorcowa jest bezpiecznie przechowywana i powinna zostać udostępniona w przypadku audytu. Protokół Testu Typu powinien być udostępniony użytkownikom na życzenie. Protokół Testu Urządzenia zawiera dokumentację testów wykonanych na lampie zakupionej przez użytkowników i powinien być dołączony do zakupionej lampy.

Kto reguluje wdrożenie normy ASTM E3022-18?

Nikt. Testy i pomiary opisane w normie ASTM E3022-18 są wykonywane przez producentów ich własnych wyrobów. Zatem przed dokonaniem inwestycji konieczne jest wybranie wiarygodnego producenta. Konkretnie rozdziały normy są audytowane przez audytorów Nadcap i/lub ISO. Norma ASTM E3022-18 jest powoływana i przyjęta we wszystkich głównych procedurach NDT, takich jak ASTM E1444 (Standardowa Procedura Badania Magnetyczno-Proszkowego) i ASTM E1417 (Standardowa Procedura Badania z Ciekłym Penetrantem).

Co mam zrobić, jeśli obsługuję lampę wyposażoną w kilka diod UV-A LED połączonych ze sobą w tym samym miejscu i nie mogę zobaczyć, czy któraś uległa awarii?

Norma ASTM E3022-18 nie wypowiada się o tym, jak powinny być umieszczone diody LED ani jak wiele ich powinno być, jeśli tylko lampa przeszła próby odbiorcze. Jednak niedogodnością związaną z diodami UV-A LED połączonymi ze sobą jest to, że nie można zobaczyć, czy któraś z nich uległa awarii, zwłaszcza że zakrywa je filtr. Będzie tylko wiadomo o usterce, jeśli zmierzy się intensywność promieniowania UV i wykryje się jej ostry spadek. Urządzenie testujące powinno być kontrolowane i jego awarie wykrywane.

Moja firma posiada dwa różne cyfrowe mierniki UV-A, które podają różne odczyty. Dlaczego?

Proszę sprawdzić, czy Wasze urządzenia były ostatnio kalibrowane przez laboratorium kalibracyjne ISO 17025 lub równoważne, z zakresem pomiarów promieniowania UV i światła białego. Laboratorium kalibracyjne ISO 17025 nie jest zakwalifikowane do kalibrowania wszystkiego. Proszę sprawdzić, czy średnica czujnika UV jest większa niż 12,7 mm. To mogłoby wyjaśnić dodatkowy błąd. Średnica czujnika UV nie powinna być większa niż 12,7 mm. Oba wymagania są częścią normy ASTM E3022-18, **Rozdział 6.1**: *“Radiometry ultrafioletu powinny być kalibrowane zgodnie z ANSI/ISO/IEC 17025, ANSI/NCSL Z540.3 lub z równoważną normą. Radiometry powinny być cyfrowe i mieć rozdzielczość co najmniej 5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Szerokość lub średnica otworu przedniego końca czujnika nie powinna być większa niż 12,7 mm.”*

Dlaczego moje stare mierniki analogowe nie dają tego samego wyniku dla lampy UV-A LED i dla lampy rtęciowej UV-A?

Odpowiedź jest prosta. Rtęciowa lampa UV-A emituje dużą ilość światła w długościach fali odległych od 365 nm i wiele starych modeli mierników nie było przeznaczonych do prawidłowego działania w warunkach dużego stężenia światła o innych długościach wokół konkretnej długości fali. Lampy UV-A LED emitują dużą ilość światła w długościach fali zbliżonych do 365 nm. Natężenie promieniowania emitowanego przez lampę UV-A najlepiej mierzyć miernikiem cyfrowym. Cyfrowe radiometry UV-A do badań nieniszczących są wykonane z filtrem i detektorem. Detektor mierzy CAŁE światło przechodzące przez filtr, zazwyczaj o długościach fali wokół 365 nm.