

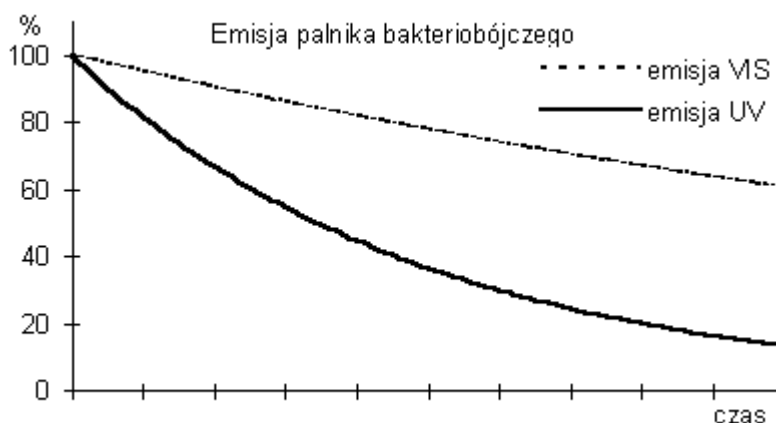
UVB-20 MIERNIK NATĘŻENIA NAPROMIENIENIA BAKTERIOBÓJCZEGO

Miernik przeznaczony jest do pomiaru natężenia napromienienia bakteriobójczego w zakresie $0,1 \text{ mW/m}^2 \div 19,99 \text{ W/m}^2$. Szczególnie użyteczny jest przy badaniu emisji palników bakteriobójczych i określania stopnia ich zużycia.

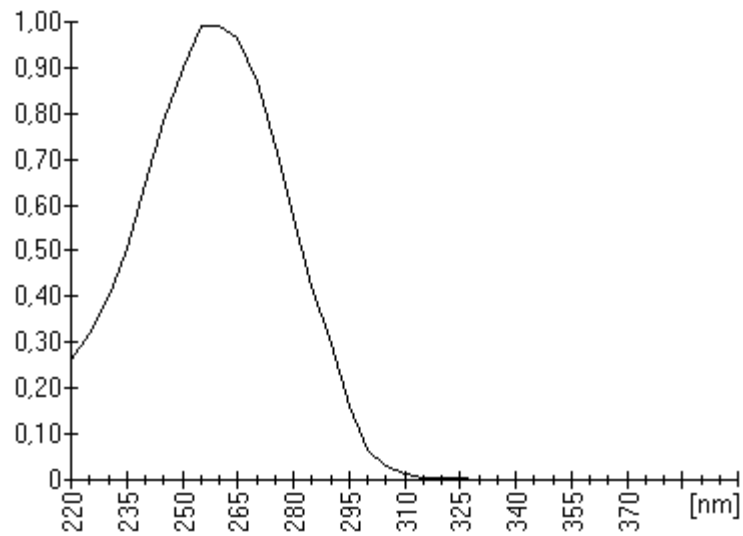
Na rys1. przedstawiono typową zależność wydajności promiennika UV od czasu jego eksploatacji. Jak widać - lampa wyglądająca na sprawną przy ocenie wzrokowej (emisja w zakresie widzialnym), może już niemal całkowicie utracić zdolność radiacji w zakresie ultrafioletu.

Czułość spektralna sondy pomiarowej miernika skorygowana jest do względnej skuteczności bakteriobójczej wg PN-79/T 06588: "Promieniowanie nadfioletowe. Nazwy, określenia, jednostki."

Odczyt wartości mierzonej dokonywany jest na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym bezpośrednio w mW/m^2 lub W/m^2 . Przyrząd automatycznie sygnalizuje przekroczenie zakresu pomiarowego oraz stan rozładowania baterii zasilającej poniżej dopuszczalnego poziomu.



Rys.1 Zależność gęstości mocy promieniowania lampy bakteriobójczej od czasu eksploatacji.



Rys.2 Względny rozkład widmowy czułości detektora.

| PARAMETRY TECHNICZNE | |
|---|--|
| zakresy pomiarowe: | 0,1 ÷ 199,9 mW/m ² 1 ÷ 1999 mW/m ² 0,01 ÷ 19,99 W/m ² |
| błąd podstawowy dla źr. rtęciowego UV standard: | < 5 % |
| zakres temperatury pracy: wymiary obudowy: zasilanie: | 10 ÷ 40 °C 150 × 80 × 30 mm bateria 9V |

Kontrola lamp bakteriobójczych przy użyciu miernika natężenia napromienienia bakteriobójczego UVB-20 (informacje producenta).

Wynikiem pomiaru dokonanego miernikiem natężenia napromienienia bakteriobójczego jest gęstość powierzchniowa strumienia energetycznego promieniowania oszacowanego według biologicznej skuteczności niszczenia drobnoustrojów (PN 79/T 06588).

Zmierzona wartość określa natężenie napromienienia destrukcyjnie wpływającego na drobnoustroje, niezależnie od rozkładu widmowego użytego promiennika UV. Aby określić czas ekspozycji mikroorganizmów na napromienianej płaszczyźnie, wystarczy podzielić wymagane napromienienie (gęstość powierzchniową dawki) przez zmierzoną wartość natężenia. Dotyczy to jednak tylko płaszczyzny pomiarowej o równomiernym rozkładzie gęstości strumienia energetycznego bez uwzględnienia drobnoustrojów znajdujących się w ciągłym ruchu wraz z powietrzem.

Określenie minimalnego czasu napromieniania lampą bakteriobójczą określonego pomieszczenia jest bardziej skomplikowane i obejmuje: typ użytego promiennika, rodzaj obudowy, rozkład kierunkowy promieniowania lampy, położenie osi oprawy względem pomieszczenia, wysokość zawieszenia lampy, wysokość pomieszczenia, kubaturę pomieszczenia, prędkość oraz drogę ruchu powietrza, czas wymiany powietrza w pomieszczeniu, współczynnik zapasu (różny np. dla sal operacyjnych i poczekalni). Tak duża liczba parametrów wpływających na skuteczny czas ekspozycji promiennikiem bakteriobójczym decyduje o tym, że nie można wyznaczyć go w prosty, jednoznaczny sposób. Powinien on być określony empirycznie, co oczywiście wykracza poza temat tego opracowania. Służby techniczne odpowiedzialne za obsługę lamp bakteriobójczych powinny dysponować takimi danymi dostarczonymi przez producentów promienników lub odpowiednie instytuty prowadzące badania podstawowe.

Odrębnym, bardzo istotnym zagadnieniem jest zużywanie się promiennika UV w czasie pracy, tzn. spadek jego emisji. Ponieważ promieniowanie UV jest niewidoczne, nie można metodą wzrokową ocenić poprawności działania lampy bakteriobójczej. Zmniejszenie emisji promieniowania dotyczy również zakresu widzialnego (światła). Jednak procesy te nie zachodzą proporcjonalnie i lampa wyglądająca na sprawną przy ocenie wzrokowej mogła już utracić zdolność emisji w zakresie UV. Z drugiej strony, posiłkując się średnim czasem zużycia określanym przez producenta lamp można pozbyć się całkiem sprawnego urządzenia. Jedynie pomiar wielkości radiometrycznych pozwala na świadome użytkowanie promiennika.

Takim parametrem jest natężenie napromienienia bakteriobójczego mierzone miernikiem UVB 20. Jest to gęstość powierzchniowa mocy promieniowania, czyli stosunek strumienia energetycznego obejmującego daną powierzchnię do wielkości tej powierzchni.

Spadek emisji promiennika UV jest to zmniejszenie wypromieniowywanego strumienia mocy. Producenci lamp bakteriobójczych podają całkowity strumień energetyczny linii o długości fali 253,7nm (max emisji) dla nowego egzemplarza. W praktyce jednak trudno jest zmierzyć tę wielkość bezpośrednio.

Innym parametrem określającym promiennik jest natężenie promieniowania, definiowane jako stosunek strumienia energetycznego, wysyłanego przez źródło w danym kącie przestrzennym, obejmującym dany kierunek, do wartości tego kąta przestrzennego. Natężenie napromienienia natomiast jest równe co do wartości

stosunkowi natężenia promieniowania do kwadratu odległości pomiędzy źródłem a płaszczyzną pomiarową prostopadłą do kierunku rozchodzenia się strumienia. Jednak oba wspomniane parametry charakteryzujące źródło, bez podania funkcji rozsyłu przestrzennego, nie pozwalają obliczyć otrzymywanego natężenia napromienienia. Na charakterystykę kierunkową (rozsył przestrzenny) promieniowania lampy zdecydowanie największy wpływ ma oczywiście odbłyśnik, dlatego też zmierzone natężenie napromienienia w odległości 1 m od lampy będzie znacznie większe (nawet kilkakrotnie) niż to podawane przez producenta dla samego promiennika. Najlepszym rozwiązaniem byłoby, gdyby producenci lamp bakteriobójczych (przeważnie nie będący producentami samych promienników) określali natężenie promieniowania w osi oprawy. Wówczas zmierzona wartość natężenia napromienienia w tej osi pomnożona przez kwadrat odległości dałaby wartość natężenia promieniowania lampy (z pominięciem błędów powstających przy odległościach pomiarowych mniejszych od tzw. odległości granicznej związanej z wymiarami lampy i rozkładem kierunkowym luminancji energetycznej).

Jedynym więc sposobem na określenie stopnia zużycia lampy bakteriobójczej jest jej okresowe monitorowanie (od momentu zakupu) poprzez pomiar natężenia napromienienia w stałych warunkach. Pod pojęciem stałe warunki należy tu rozumieć: to samo pomieszczenie, tę samą odległość pomiędzy lampą a głowicą pomiarową oraz to samo usytuowanie głowicy pomiarowej względem geometrii oprawy lampy (powinna to być płaszczyzna prostopadła do osi oprawy, oś głowicy pokrywająca się z osią oprawy). Procentowy spadek odczytywanych wartości w trakcie użytkowania lampy jest dokładnie taki sam jak spadek emisji energetycznej (oczywiście wpływ ma również utrzymanie czystości promiennika i odbłyśnika, ponieważ kurz w dużym stopniu pochłania i rozprasza promieniowanie UV). W trakcie zużywania się promiennika bakteriobójczego można proporcjonalnie wydłużyć czas ekspozycji w celu utrzymania tej samej wypromieniowywanej dawki skuteczności bakteriobójczej.

UWAGA! Promieniowanie UV jest niebezpieczne dla zdrowia. Pracownicy dokonujący pomiarów natężenia napromienienia bakteriobójczego oraz inni ludzie przebywający w pomieszczeniach z włączonymi promiennikami UV-C powinni chronić skórę i oczy przed napromienianiem (odzież z długimi rękawami, rękawice, okulary, nakrycie głowy ocieniające twarz).

Poniżej podano napromienienie (gęstość powierzchniową dawki promieniowania bakteriobójczego) UV-C [J/m²] niezbędne dla destrukcji 90% danych organizmów. Uwaga: źródło danych nieznane, mogą być BŁĘDY!

Bakterie:

| | |
|------------------------------------|-----|
| Bacillus anthracis..... | 45 |
| B. megatherium..... | 11 |
| B. megatherium (zarodniki) | 27 |
| B. paraphyphosus | 32 |
| B. subtilis | 70 |
| B. subtilis (zarodniki) | 120 |
| Clostridium tetani | 130 |
| Corynebact diptherias | 34 |
| Eberthella typhosa | 21 |
| Escherichia coli | 30 |
| Leptospira Spp. | 32 |
| Micrococcus candidus | 61 |
| Micrococcus piltonencis | 81 |
| Micrococcus sphaeroides | 100 |
| Mycobacterium tuberculosis | 62 |
| Neisseria catarrhalis | 44 |
| Phytomonas tumefaciens | 44 |
| Proteus vulgaris | 26 |
| Pseudomonas aeruginosa | 55 |
| Pseudomonas fluorescens | 35 |
| Salmonella enteritis | 40 |
| S. typhosa - gorączka tyfoidalna . | 22 |
| S. paratyphi - dur brzuszny | 32 |
| S. typhimurium | 80 |
| Sarcina lutea | 197 |
| Serratia marcescens | 24 |
| Shigella dysenteriae | 22 |
| Shigella flexneri | 17 |
| Shigella paradysenteriae | 17 |
| Spirillum rubrum | 44 |
| Staphylococcus albus | 18 |
| Staphylococcus aureus | 26 |
| Streptococcus hemolyticus | 22 |
| Streptococcus lactis | 62 |
| Streptococcus viridans | 20 |

Bakterie cd.:

| | |
|-------------------------------|-----|
| Mycobacterium tuberculi | 100 |
| Vibrio coma - cholera | 34 |

Drożdże:

| | |
|----------------------------------|----|
| Powszechne drożdże do ciast | 60 |
| Saccharomyces ellipsoideus | 60 |
| Saccharomyces cerevisiae | 60 |
| Torula sphaerica | 23 |

Algi:

| | |
|--------------------------|-----------|
| algi zielone i nieb..... | 3600÷6000 |
|--------------------------|-----------|

Pierwotniaki:

| | |
|------------------|----------|
| Pantofelek | 640÷1000 |
|------------------|----------|

Robaki:

| | |
|--------------------|-----|
| Jaja nicieni | 400 |
|--------------------|-----|

Zarodniki drożdży:

| | |
|---------------------------------|------|
| Aspergillus amstelodami | 667 |
| Aspergillus flavus | 600 |
| Aspergillus glaucus | 440 |
| Aspergillus niger | 320 |
| Clodosporium herbarum | 600 |
| Mucor mucedo | 650 |
| Mucor racemosus | 170 |
| Oospora lactis | 50 |
| Penicillium digittum | 440 |
| Penicillium expansum | 130 |
| Penicillium chrysogenum | 500 |
| Penicillium roqueforti | 130 |
| Rhizopus nigricans | 1110 |
| Scopulriopsis brevicaulis | 800 |

Wartości napromienienia dla różnych poziomów pewności destrukcji mikroorganizmów podano poniżej na przykładzie bakterii Escherichia coli.

| Zniszczone organizmy [%] | Dawka [J/m ²] |
|--------------------------|---------------------------|
| 10 | 1,3 |
| 18 | 2,6 |
| 33 | 5,2 |
| 50 | 9,1 |
| 63 | 13,1 |
| 80 | 20,9 |
| 86 | 26,1 |
| 90 | 30 |
| 95 | 39 |
| 88 | 51 |
| 99 | 60 |
| 99,5 | 69 |
| 99,8 | 81 |
| 99,9 | 90 |
| 99,99 | 120 |

Przykładowe wyznaczanie czasu ekspozycji.

Gęstość dawki promieniowania (napromienienie wyrażone w J/m²) jest to iloczyn natężenia napromienienia na płaszczyźnie badanej (wyrażone w W/m²) przez czas ekspozycji (wyrażony w sekundach).

Aby obliczyć minimalny czas dezynfekcji płaszczyzny, w której dokonujemy pomiaru natężenia napromienienia bakteriobójczego, należy wymagane napromienienie wyrażone w dżulach na metr kwadratowy (patrz tabela) podzielić przez zmierzoną wartość natężenia napromienienia wyrażoną w watach na metr kwadratowy. Wynik otrzymamy w sekundach.

Przykład: Załóżmy, że zmierzona wartość natężenia napromienienia w płaszczyźnie pomiarowej wynosi 150 mW/m² (np. emisja promiennika TUV 30W bez odbłyśnika, mierzona z odległości ok. 2,5 m). Dla 90% pewności degradacji np. jaj nicieni (wymagane napromienienie 400 J/m²), czas ekspozycji wynosi:

$$t = \frac{400 \text{ [J/m}^2\text{]}}{150 \text{ [mW/ m}^2\text{]}} = \frac{400 \text{ [W} \cdot \text{s/m}^2\text{]}}{0,15 \text{ [W/m}^2\text{]}} = 2667 \text{ s , czyli ok. 45 min.}$$

Tak więc minimalny czas ekspozycji promieniowaniem ultrafioletowym o natężeniu

napromienienia bakteriobójczego 150 mW/m^2 dla 90% pewności destrukcji jaj nicieni wynosi 45 minut.

W przypadku występowania (lub podejrzenia o występowanie) wielu kolonii bakterii oraz (lub) nierównomiernego rozkładu natężenia napromienienia na badanej powierzchni, należy podstawić do wzoru maksymalną dawkę z tabeli dla występujących bakterii i minimalną wartość zmierzonej wielkości natężenia napromienienia.

W celu bardziej równomiernego rozkładu gęstości strumienia promieniowania UV na płaszczyźnie dezynfekowanej, należy stosować kilka źródeł bakteriobójczych.

Powyższy przykład dotyczy jedynie wyznaczania czasu ekspozycji dla uzyskania odpowiedniego napromienienia na płaszczyźnie pomiarowej. W rzeczywistości, drobnoustroje znajdują się również w powietrzu i wraz z nim są w nieustannym ruchu. Skuteczny czas pracy promiennika bakteriobójczego zależy więc od jego budowy i usytuowania w pomieszczeniu, kubatury pomieszczenia, czasu wymiany powietrza oraz jego obiegu.