



URZĄDZENIA UV DO DEZYNFEKЦИИ WODY PITNEJ

Porównanie urządzeń niskociśnieniowych i średnociśnieniowych

Spis treści:

ZASTOSOWANIE PROMIENI UV DO DEZYNFEKЦИИ WODY PITNEJ	2
STERYLIZATORY UV	4
PORÓWNANIE SKUTECZNOŚCI DEZYNFEKЦИИ UV POMIĘDZY PROMIENNIKAMI AMALGAMATOWYMI TMA, A ŚREDNOCIŚNIENIOWYMI.....	6
ZESTAWIENIE ZUŻYCIA PRĄDU PRZEZ PROMIENNIKI AMALGAMATOWE TMA I ŚREDNOCIŚNIENIOWE INNYCH FIRM. 8	
PORÓWNANIE PROMIENNIKÓW AMALGAMATOWYCH TMA I ŚREDNOCIŚNIENIOWYCH.....	9
PODSUMOWANIE	10
DODATEK 1 – POWSTAWANIE OSADU NA RURACH KWARCOWYCH.....	11



ZASTOSOWANIE PROMIENI UV DO DEZYNFEKЦИИ WODY PITNEJ.

Zapewnienie wody pitnej dla odbiorców, pozbawionej czynników chorobotwórczych jest podstawowym problemem każdego dostawcy.

Badania przeprowadzone w USA stwierdzają, że około 13% wszystkich nowotworów może być wywołana skutkami chlorowania wody pitnej oraz produktami powstałymi po chemicznej dezynfekcji wody. W efekcie rezygnacja z dezynfekcji chlorem znacznie zmniejsza szansę zachorowania.

Stany Zjednoczone jako państwo przywiązujące duże znaczenie do zdrowia swoich obywateli wydało przepisy dotyczące dezynfekcji mikrobiologicznej i produktów podezefekcyjnych – Long Term 2 Enhancent Surface Water Treatment Rule (LT2ESWTR), w celu kontroli mikrobiologicznej wody pitnej. Zalecenia te wymagają minimalnej redukcji podstawowych mikroorganizmów oraz narzucają maksymalne zawartości substancji podezefekcyjnych. Wyniki badań są efektem wielu milionów dolarów wyłożonych na badania dla instytutów naukowych w USA.

Dezynfekcja wody pitnej ma zapewniać redukcję mikroorganizmów na minimalnym poziomie względem stanu przed dezynfekcją:

- *GIARDIA* - min. 1000 razy
- *VIRUSY* - min. 10 000 razy
- *CRYPTOSPORIDIUM* - od 100 do 1000 razy

Maksymalne zawartości substancji toksycznych po dezynfekcji:

- *TRIHALOMETANY(TTHM)* - maksimum 80mg/l
- *KWAS HALOOCTOWY (HAA5)* - maksimum 60mg/l
- *BROMKI* - maksimum 10mg/l
- *CHLOR* - maksimum 1000mg/l

Ostatnio duże problemy stwarza **CRYPTOSPORIDIUM**, które jest odporne na większość typowych dezynfekantów, podczas gdy ultrafiolet radzi sobie bardzo dobrze z tymi mikroorganizmami.

Dezynfekcja wody pitnej za pomocą ultrafioletu różni się znacznie od pozostałych metod.

Podstawową zaletą tej metody jest dezynfekcja mikroorganizmów bez formowania szkodliwych produktów podyzenfekcyjnych.

Zalecana obecnie dawka promieniowania UV to 400J/m². W większości przypadków jest to dawka wystarczająca. Nasze urządzenia mają podaną wydajność przy tej właśnie dawce. Podawanie wydajności urządzeń tego typu bez odniesienia do dawki promieniowania nie daje prawdziwej informacji o jego wydajności. Na przykład wydajność 1m³/godz. przy dawce 400J/m² rośnie do 2,5m³/godz. przy dawce 160J/m².

Przyjęcie dawki 400J/m² powinno zapewnić minimalną redukcję następujących związków:

1. Giardia - min.99,9%
2. Wirusów - min.99,99%
3. Cryptosporidium - min.99,9%
4. Legionella - min.99,9%

Prawdopodobieństwo likwidacji 100% bakterii wynosi przy dawce 400 J/m²:

1. Escherichia coli - 99,9999%
2. Legionella - 99,999999%

Poniższa tabela przedstawia wyniki laboratoryjne wymaganej minimalnej dawki służącej do osiągnięcia określonej redukcji mikroorganizmów w wodzie.

Mikroorganizmy	Redukcja w %			
	90 %	99%	99,9%	99,99%
Wirusy	39 J/m ²	100 J/m ²	143 J/m ²	186 J/m ²
Escherichia coli in air	30 J/m ²	60 J/m ²	90 J/m ²	120 J/m ²
Escherichia coli in water	60 J/m ²	120 J/m ²	180 J/m ²	240 J/m ²
Legionella bozemanii	20 J/m ²	40 J/m ²	60 J/m ²	80 J/m ²
Legionella dumofii	30 J/m ²	60 J/m ²	90 J/m ²	120 J/m ²
Legionella gormanii	25 J/m ²	50 J/m ²	75 J/m ²	100 J/m ²
Legionella longbeachae	20 J/m ²	40 J/m ²	60 J/m ²	80 J/m ²
Legionella micdadei	20 J/m ²	40 J/m ²	60 J/m ²	80 J/m ²
Legionella pneumophila	50 J/m ²	100 J/m ²	150 J/m ²	200 J/m ²
Giardia	21 J/m ²	52 J/m ²	110 J/m ²	-
Cryptosporidium	25 J/m ²	58 J/m ²	120 J/m ²	-

Tabela 1 – Badania laboratoryjne wymaganej dawki promieniowania do usunięcia mikroorganizmów.



STERYLIZATORY UV

Aby osiągnąć sukces przy doborze urządzeń do dezynfekcji UV należy spełnić kilka podstawowych warunków:

1. dezynfekcja powinna być ostatnim ogniwem w procesie uzdatniania wody,
2. urządzenia powinny zapewniać odpowiednią dawkę promieniowania,
3. urządzenia muszą być dobrane do szczytowego zapotrzebowania na wodę,
4. podaną przez producenta wydajność urządzenia osiągają tylko w wodzie spełniającej normę w zakresie składu chemicznego oraz mętności.

Dobór urządzeń dezynfekcyjnych zależy od zawartości mikroorganizmów w wodzie przed uzdatnianiem. Określenie dokładnej zawartości mikroorganizmów wymaga przeprowadzania wielokrotnych i kosztownych badań.

W celu ograniczenia kosztów (aby badania wody nie przekroczyły kosztów urządzeń) przyjmuje się standardowy zakres dawek UV wystarczających w większości zastosowań. Zawartość substancji rozpuszczonych oraz mętność wody w znacznym stopniu wpływa na przepuszczalność promieni UV.

Zainteresowanie dezynfekcją promieniami UV rośnie bardzo szybko. Niezwykle interesujący jest także aspekt ekonomiczny. Pobór energii w urządzeniach do dezynfekcji UV jest niezwykle niski, np.: w modelu AM8 na jedną tonę dezynfekowanej wody to zaledwie ok. 5,3W.

W Europie od wielu lat dezynfekowaną wodę promieniami UV ma stolica Finlandii, Helsinki.

Różnica wydajności urządzeń spowodowana jest złożonością procesów takich jak rozpraszanie ultrafioletu, cząstki zawiesin itp. Problemem może być twardość wody powyżej 20 stopni niemieckich. Twardość wody może być przyczyną powstawania depozytu wapniowo-magnezowego na rurach osłonowych. Zastosowanie urządzeń o większej wydajności zapewni większe bezpieczeństwo i skuteczność bez możliwości przedawkowania.

Poniższa tabela przedstawia wydajności urządzeń przy dawce 400 J/m² i T₁₀=95%:

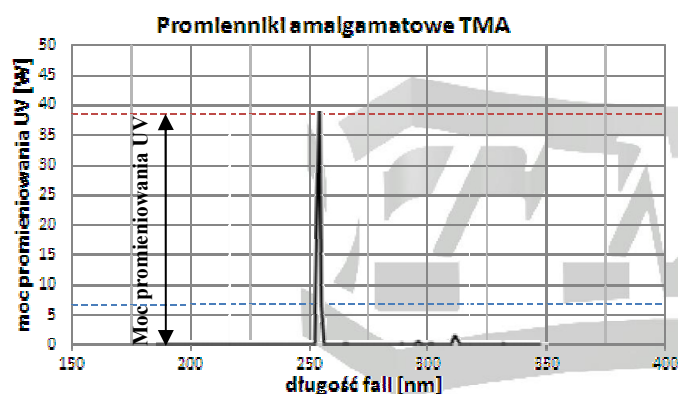
Typ Sterylizatora	Wydajność
V10	0,5 m ³ /godz.
V12	1,0 m ³ /godz.
V20	1,6 m ³ /godz.
V25	2,0 m ³ /godz.
V40	3,60 m ³ /godz.
V80	5,90 m ³ /godz.
V120	12,30 m ³ /godz.
AM1	21,00 m ³ /godz.
AM2	38,00 m ³ /godz.
AM3	66,00 m ³ /godz.
AM4	84,00 m ³ /godz.
AM5	122,00 m ³ /godz.
AM6	170,00 m ³ /godz.
AM8	243,00 m ³ /godz.
AM10	367,00 m ³ /godz.
AM12	445,00 m ³ /godz.
AM15	624,00 m ³ /godz.
AM30	1250,00 m ³ /godz.
AM45	1870,00 m ³ /godz.

Tabela 2 – Wydajności sterylizatorów produkowanych przez firmę TMA.

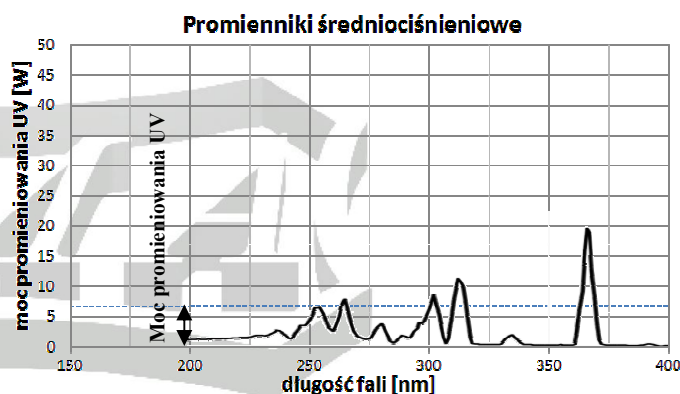
PORÓWNANIE SKUTECZNOŚCI DEZYNFEKCJI UV POMIĘDZY PROMIENNIKAMI AMALGAMATOWYMI TMA, A ŚREDNIOCIŚNIENIOWYMI.

Stosowanie ultrafioletu pozwala zniszczyć bakterie do poziomu stawianego wodzie pitnej oraz skutecznie zredukować chloraminy. Długość fali emitowanej przez promienniki niskociśnieniowe wynosi 254 nm. Jest to długość najbardziej zbliżona do wartości w której występuje zjawisko największej skuteczności dezynfekcyjnej (zjawisko to występuje przy długości 260 nm).

Poniższe wykresy przedstawiają spektrum mocy promieniowania UV promienników TMA amalgamatowych i średniociśnieniowych przy *identycznym poborze mocy*.



Wykres 1 – Energia promieniowania promienników TMA amalgamatowych



Wykres 2 – Energia promieniowania promienników średniociśnieniowych

Zjawiskiem niezwykle korzystnym podczas dezynfekcji ultrafioletem jest rozkład chloramin. Zmniejszenie zawartości chloramin znacznie zmniejsza nieprzyjemny zapach. Redukcja chloramin sprzyja również zwiększeniu ilości wolnego chloru czego skutkiem jest zwiększenie skuteczności dezynfekcji.

Promienniki amalgamatowe wykorzystywane przez firmę TMA dzięki wykorzystywaniu promieniowania o długości 254 nanometrów umożliwiają usuwanie **mikroorganizmów** ze znacznie większą skutecznością niż promienniki średniociśnieniowe.

W efekcie otrzymujemy krystalicznie czystą wodę.



Urządzenia średniociśnieniowe ze względu na możliwość zmiany składu chemicznego wody NIE POWINNY BYĆ STOSOWANE do uzdatniania wody pitnej. Urządzenia Średniociśnieniowe posiadają zakres długości promieniowania mieszczącym się od 200nm do 400nm. Przy długości fali poniżej 250nm istnieje możliwość wystąpienia zjawiska zamiany azotanów(NO_3) na azotyny(NO_2)¹, które są szkodliwe dla zdrowia i uważane są za czynnik rakotwórczy.

Firma TMA stosuje do dezynfekcji wody pitnej promienniki niskociśnieniowe amalgamatowe o trwałości eksploatacyjnej 12 000 godzin. Zaletą promienników amalgamatowych jest natychmiastowy zapłon po wyłączeniu lub zaniku napięcia. Kolejną zaletą tych promienników jest ich niska temperatura pracy. Fakt ten wraz ze specjalnie dobraną średnicą rury kwarcowej zabezpiecza ją przed *osadzaniem się depozytu wapniowo magnezowego tzw. kamienia*.

Poniższa tabela przedstawia porównanie skuteczności promienników amalgamatowych i średniociśnieniowych przy poborze mocy 1000 W.

Typ promieniowania		Promienniki	
		Amalgamatowe TMA	Średniociśnieniowe
Moc efektywna [W]	Promieniowanie UV-C ²	396,0 W	162,5 W
	Promieniowanie 254 nm	384,6 W	67,0 W

Tabela 3 – Porównanie mocy efektywnej promienników amalgamatowych i średniociśnieniowych przy poborze mocy 1000 W.

Na podstawie powyższej tabeli wyraźnie widać bardzo niską sprawność energetyczną urządzeń średniociśnieniowych. Promienniki firmy TMA zużywają ok. 2,5 razy mniej prądu do uzyskania takiej samej mocy promieniowania UV. Promienniki amalgamatowe mają trwałość eksploatacyjną 2,4 razy większą niż promienniki średniociśnieniowe.

¹ Najwyższe dopuszczalne stężenie azotynów w wodzie pitnej nie powinno przekraczać 0,1 mg/l

² Jest to promieniowanie nadfioletowe mieszczące się w zakresie długości fali od 100 do 280 nm



ZESTAWIENIE ZUŻYCIA PRĄDU PRZEZ PROMIENNIKI AMALGAMATOWE TMA I ŚREDNIOCIŚNIENIOWE INNYCH FIRM.

Moc niezbędna do dezynfekcji wody 1 m³ wody pitnej w urządzeniach firmy TMA wynosi od 7,6 W w modelu AM1 do 4,1 W dla modelu AM15 przy dawce 400 J/m².

Dawka 400 J/m² stanowi minimalną zalecą wartość do dezynfekcji wody. Zwiększanie dawki powyżej 400 J/m² sprzyja zwiększeniu redukcji chloramin. Znacznie lepsze rezultaty są osiągane przy **dawce 600 J/m²** i powyżej.

Przyjmujemy, że urządzenia wykorzystują do dezynfekcji wody identyczną moc promieniowania UVC wynoszącą 1000 Wat.

	Promienniki Amalgamatowe TMA	Promienniki średniociśnieniowe
Moc UV [W] (dezynfekująca)	1 000 W	1 000 W
Moc pobierana [W]	2 600 W	6 160 W
Zużycie energii na rok [kWh]	22 776 kWh	53 962 kWh
Koszt energii [1kWh = 0,1 EUR]	2 277,6 EUR	<u>5 396,2 EUR</u>
[1kWh = 0,5 PLN]	11 388,0 PLN	<u>26 981,0 PLN</u>
Wymiana promienników po 12 000h	1 raz	2,4 razy

Tabela 4 – Porównanie energetyczne promienników amalgamatowych firmy TMA do promienników średniociśnieniowych

PORÓWNANIE PROMIENNIKÓW AMALGAMATOWYCH TMA I ŚREDNOCIŚNIENIOWYCH

Porównanie odnosi się przy założeniu że oba sterylizatory posiadają identyczną moc promieniowania ultrafioletowego typ UV-C (100- 280 nanometrów) o wysokości 1000 Wat.

	PROMIENNIKI	
	AMALGAMATOWE	ŚREDNOCIŚNIENIOWE
Moc dezynfekcji UV-C	1000 W	1000 W
Pobór mocy	2600 W	6160 W
Trwałość promiennika	12 000 godz.	5000 godz.
Zużycie energii (rok)	22 776 kWh.	53 961 kWh.
Sprawność energetyczna max	40%	16,2%
Restart po wyłączeniu	1-2 sek.	300-900 sek.
Praca bez przepływu wody	tak	nie
Osad kamienia na osłonach kwarcowych	nie	tak
Zabezpieczenie przed przegrzaniem	tak	tak
Pasmo UV	254 nm	od 200 do 400 nm
Usuwanie mono chloramin	tak	tak
Usuwanie dwu chloramin	tak	tak
Usuwanie trój chloramin	tak	tak
Skuteczność usuwania chloramin	100%	33,6%
Skuteczność dezynfekcyjna	100%	29,4%
Zmiana składu chemicznego wody	NIE	TAK

Tabela 5 – Porównanie promienników amalgamatowych firmy TMA i średnociśnieniowych.

Jak widzimy nowa seria urządzeń posiada rewelacyjne parametry oraz skuteczność nieosiągalną w żadnych innych modelach.



PODSUMOWANIE

Każdy typ sterylizatora (zarówno niskociśnieniowe jak i średniociśnieniowe) umożliwia osiągnięcie tego samego celu – tej samej skuteczności dezynfekcji. **Jednak modele firmy TMA czynią to taniej, przy znacznie mniejszych kosztach eksploatacji i mniejszym zużyciu energii.**

Bardzo korzystna cena nowej serii TMA modele AM, opartej na promiennikach amalgamatowych, czyni je bezkonkurencyjnymi w technice dezynfekcji wody pitnej.



mgr inż. Tomasz Adamowicz
producent i projektant urządzeń UV od 1998 r.

DODATEK 1 – POWSTAWANIE OSADU NA RURACH KWARCOWYCH

Promienniki średniociśnieniowe podczas pracy muszą mieć temperaturę bańki szklanej pomiędzy 700-900°C. Oznacza to bardzo wysoką temperaturę na powierzchni rury osłonowej i błyskawiczne powstawanie depozytu wapniowo-magnezowego. Z tej przyczyny urządzenia te muszą być wyposażone w dodatkowy układ czyszczenia rur osłonowych. Bez czyszczenia mechanicznego rury zostaną pokryte kamieniem w ciągu kilku godzin.

Promienniki amalgamatowe do osiągnięcia 100% wydajności potrzebują temperatury 65°C na bańce szklanej. W praktyce powierzchnia rury osłonowej ma temperaturę poniżej 40°C, co zabezpiecza przed osadem wapiennym (osad powstaje na powierzchniach o temperaturze powyżej 55°C).

