



HENNLICH

FID-TECH



DLA PRODUKCJI NAPOJÓW
napoje.hennlich.pl

Beta Ratio i skuteczność filtracji

Pomiary i optymalizacja w przemyśle napojowym

Beta ratio i wskaźniki wydajności to kluczowe narzędzia optymalizacji procesów filtracji w przemyśle napojowym. Właściwe zrozumienie parametrów skuteczności oraz metod ich pomiaru pozwala producentom napojów podejmować świadome decyzje technologiczne i zapewniać najwyższą jakość produktów końcowych przy optymalnych kosztach.

Podstawowe pojęcia w ocenie skuteczności filtracji

Skuteczność filtracji - definicja

Wzór matematyczny skuteczności:

$$\text{Skuteczność (\%)} = [(C_{in} - C_{out}) / C_{in}] \times 100$$

Gdzie:

C_{in} = liczba cząstek na wlocie filtra

C_{out} = liczba cząstek na wylocie filtra

Przykład praktyczny:

Wlot: 1000 cząstek $\geq 1 \mu\text{m/ml}$

Wylot: 1 cząstka $\geq 1 \mu\text{m/ml}$

Skuteczność: $(1000-1)/1000 \times 100 = 99,9\%$

Beta ratio - zaawansowana miara skuteczności filtracji

Beta ratio to stosunek liczby cząstek na wlocie do liczby cząstek na wylocie filtra dla określonego rozmiaru cząstek.

Beta ratio (β) = C_{in} / C_{out}

Skuteczność (%) = $(1 - 1/\beta) \times 100$

**HENNLICH****FID-TECH**DLA PRODUKCJI NAPOJÓW
napoje.hennlich.pl**Tabela konwersji Beta ratio na skuteczność**

Beta Ratio	Skuteczność (%)	Interpretacja
$\beta = 2$	50%	Niska skuteczność
$\beta = 10$	90%	Skuteczność nominalna
$\beta = 20$	95%	Dobra skuteczność
$\beta = 100$	99%	Bardzo dobra
$\beta = 1000$	99,90%	Wysoka skuteczność
$\beta = 10000$	99,99%	Skuteczność absolutna
$\beta = 100000$	100,00%	Sterylizacyjna

Rodzaje ocen retencji w przemyśle napojowym**Skuteczność nominalna**

Charakterystyka skuteczności nominalnej:

- » Usuwa niektóre/większość cząstek o podanym rozmiarze
- » Skuteczność typowo 50-90%
- » Używana głównie dla filtrów głębokich

Zastosowania:

- » Wstępna filtracja wody procesowej
- » Usuwanie grubych zawiesin z soków
- » Prefiltracja przed filtracją końcową

Skuteczność absolutna

Charakterystyka skuteczności absolutnej:

- » Usuwa wszystkie cząstki o podanym rozmiarze i większe
- » Skuteczność 98-99,99%
- » Używana dla filtrów plisowanych i membranowych

Zastosowania:

- » Filtracja sterylizacyjna (0,22 μm)
- » Usuwanie bakterii z wody butelkowanej
- » Końcowa filtracja wina i piwa



HENNLICH

FID-TECH



DLA PRODUKCJI NAPOJÓW

napoje.hennlich.pl

Standardy testowania w przemyśle napojowym

ASTM F795-88 - Test z pyłem ISO

Zastosowanie: Filtry wgłębne i niektóre plisowane

Procedura testu:

1. Przygotowanie zawiesiny pyłu ISO
2. Przepuszczenie przez testowany filtr
3. Pomiar cząstek przed i po filtracji
4. Obliczenie skuteczności

ASTM F838-05 - Test retencji bakterii

Zastosowanie: Membrany sterylizacyjne

Organizmy testowe:

- » *Brevundimonas diminuta*
(dla membran 0,22 μm)
- » *Serratia marcescens*
(dla membran 0,45 μm)

Czynniki wpływające na skuteczność filtracji

Koncentracja zanieczyszczeń

Wpływ na skuteczność filtracji:

- » Niskie stężenie: skuteczność zgodna z deklarowaną
- » Wysokie stężenie: możliwy spadek skuteczności

Zalecenia:

- » Filtry mikro: maksymalnie 0,1-0,2% ciał stałych
- » Prefiltracja przy wyższych stężeniach

Parametry procesowe

Kluczowe parametry:

Organizmy testowe:

- » Ciśnienie: wyższe może zmniejszać skuteczność
- » Temperatura: wpływa na lepkość medium
- » pH i siła jonowa: wpływ na ładunek cząstek

Metody pomiaru skuteczności w procesach rzeczywistych

Liczniki cząstek optyczne

Zalety:

- » Pomiar w czasie rzeczywistym
- » Rozkład wielkości cząstek
- » Automatyzacja kontroli procesu

Zastosowania:

- » Monitoring filtracji wody procesowe
- » Kontrola jakości po filtracji klarującej
- » Walidacja skuteczności prefiltracji

Analiza mikrobiologiczna

Parametry kontrolowane:

- » Ogólna liczba bakterii (TPC)
- » Drożdże i pleśnie
- » Bakterie specyficzne
(np. *Lactobacillus* w piwie)



HENNLICH

FID-TECH



DLA PRODUKCJI NAPOJÓW
napoje.hennlich.pl

Interpretacja wyników i optymalizacja Kryteria akceptacji dla różnych napojów

Napój	Turbidność	Bakterie	Drożdże
Woda butelkowana	<0,1 NTU	0 CFU/ml	0 CFU/ml
Piwo	<0,5 EBC	0 CFU/ml	0 CFU/ml
Wino	<1 NTU	<10 CFU/ml	0 CFU/ml
Soki	>95% transmisji	<10 CFU/ml	0 CFU/ml

Optymalizacja kosztów vs. jakość

Współczynnik efektywności kosztowej:
Efektywność
$$= (\text{Skuteczność} \times \text{Objętość}) / \text{Koszt filtra}$$

Strategie optymalizacji:

1. Prefiltracja - przedłużenie żywotności filtrów końcowych
2. System stopniowy - bilans koszt/jakość
3. Monitoring predykcyjny - wymiana przed zużyciem

Praktyczne narzędzia dla operatorów

Wskaźniki alarmowe

Poziom ostrzeżenia:

- » Spadek skuteczności o 10% w stosunku do wartości początkowej
- » Wzrost spadku ciśnienia o 50%
- » Mętność >150% wartości docelowej

Poziom krytyczny:

- » Spadek skuteczności o 25%
- » Maksymalny spadek ciśnienia według producenta
- » Wykrycie mikroorganizmów w próbce wychodzącej