

Żerdziny 03.01.2022r.

## Filtry wodne

### **Przeznaczenie**

Wielowirowe filtry wodne przeznaczone są do wysoko intensywnego oczyszczania „na mokro” zanieczyszczonego powietrza lub innych gazów z mechanicznych zanieczyszczeń, pyłów, aerozoli, oparów i gazowych zanieczyszczeń, Filtry projektuje się i dostarcza pod klucz z całym wyposażeniem, w tym z wentylatorem wyciągowym oraz systemem podawania i odprowadzania cieczy zraszającej.

### **Podstawowe charakterystyczne właściwości wielowirowych filtrów wodnych**

Wielowirowe filtry wodne w niezawodny sposób zabezpieczają wysoką (ponad 99% dla zanieczyszczeń mechanicznych) efektywność oczyszczania zanieczyszczonych gazów przy minimalnych wymogach jakościowych wobec zraszającej cieczy. W wielowirowych filtrach wodnych nie są obecne jakiegokolwiek rozpylacze (głowice rozpylające), a zatem doprowadzenie cieczy zraszającej następuje bez zbyt dużego ciśnienia poprzez rozproszony strumień gazu. Jakość cieczy zraszającej nie musi być rygorystycznie przestrzegana.

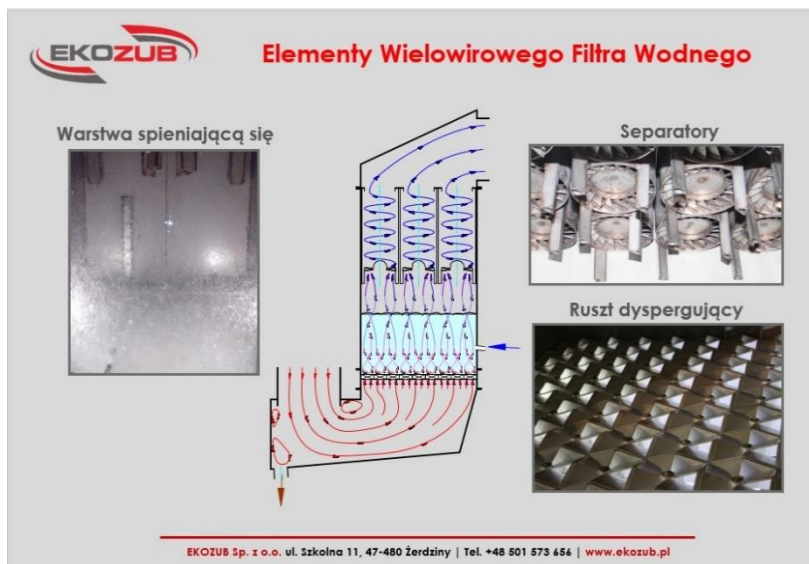
Zasady, którymi kierowano się przy konstrukcji wielowirowych filtrów wodnych pozwalają na ich produkcję praktycznie o dowolnej wydajności i konfiguracji dla konkretnego zadania, co w sposób istotny upraszcza projektowanie nowych i rekonstrukcję starych systemów oczyszczania gazów.

### **Zasada działania wielowirowego filtra wodnego**

Wysokoeffektywne oczyszczanie zanieczyszczonych gazów zachodzi w wyniku jego głębokiego mieszania ze zraszającą cieczą (przemysaniem) i następnie całkowitym oddzieleniem wilgotności kapilarnej z oczyszczonego gazu.

Podstawą działania wielowirowych filtrów wodnych jest ruszt dyspergujący o szczególnej konstrukcji. Zanieczyszczony gaz przechodzi przez ruszt dyspergujący z dołu do góry, a ciecz zraszająca przez swobodny przepływ dostaje się nań od góry. W wyniku ich mieszania tworzy się turbulencyjna gazocieczowa („fluidyzująca się”) warstwa gwarantująca wysoko intensywnie przemycie zanieczyszczzonego gazu dzięki procesowi namakania substancji pylistych lub rozpuszczenia w zraszającej cieczy zanieczyszczeń gazowych. Oczyszczony gaz przed wyjściem z wielowirowych filtrów wodnych przechodzi przez separatory, gdzie uwalnia się od pozostałości drobnych kropelek cieczy.

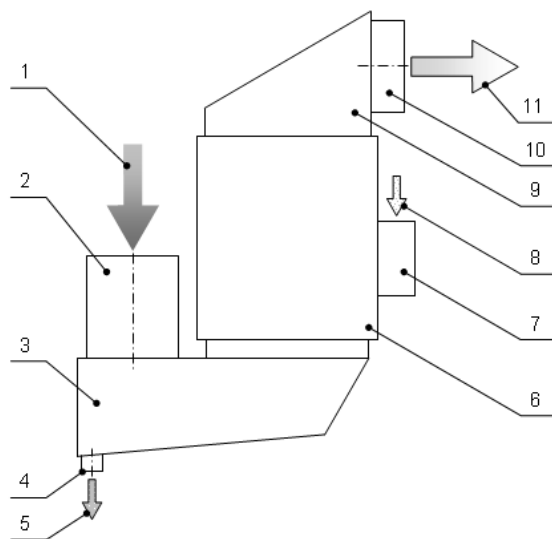
## Podstawowe węzły wielowirowego filtra wodnego i schemat obiegu oczyszczonego gazu i cieczy.



### Slajd 1. Zasada działania Filtra Wodnego.

Wielowirowy filtr wodny składa się z komory czyszczenia, do której bezciśnieniowo doprowadzana jest woda, czy też roztwór jakiś odczynników. Również do komory dostaje się zanieczyszczony gaz, który przechodząc przez ruszt dyspergujący z dołu do góry miesza się z wodą i tworzy się warstwa pienna lub inaczej ujmując warstwa fluidalna, w której to warstwie następuje przemywanie-oczyszczanie zanieczyszczonego gazu. Następnie oczyszczony gaz przechodzi przez separatory, gdzie następuje oddzielenie od wilgoci kapilarnej (kropelek wody). Zużyta woda wydostaje się z komory czyszczenia poprzez dolny spust. Zasadniczą cechą wielowirowego filtra wodnego jest zastosowanie w tym urządzeniu dyspergującego rusztu. Dyspergujący ruszt składa się z wielu jednakowych elementów. Charakterystyczny wymiar każdego takiego elementu to 100 na 100 mm. W zależności od parametrów zanieczyszczonego gazu elementy rusztu są produkowane z polipropylenu lub ze stali nierdzewnej. Ruszty polipropylenowe przeznaczone są do czyszczenia gazów o niższych temperaturach oraz silnie agresywnych chemicznie, a nierdzewne na temperatury wyższe. Gdyby przeanalizować każdy element rusztu z osobna, to przy przechodzeniu zanieczyszczonego gazu przez nie, następuje rozbijanie strugi na poszczególne strumienie skierowane w różne strony. Każdy strumień w procesie swego tworzenia się przechwytuje krople z otoczenia, na tym etapie zachodzi pierwsze stadium mieszania się gazu i cieczy. W pewnym oddaleniu od rusztu strumienie napotykają się wzajemnie i razem tworzą krzyżująco – wzajemnie przenikającą się strukturę. W procesie wzajemnego przenikania się strumieni, skokowo wzrastają prędkości względne pomiędzy środowiskiem gazowym i kroplami cieczy obecnymi w tych strumieniach. W wyniku czego tworzy się silnie turbulentna dyspersyjna warstwa gazocieczy (piana), w sposób równomierny wypełniająca całą przestrzeń nad sitem.

### Podstawowe elementy filtra wodnego



Rys. 1. Ogólny schemat filtra wodnego.

1. Gaz zanieczyszczony.
2. Kanał wlotowy, wyrównuje strumień zanieczyszczonego gazu.
3. Komora ściekowa (zbiera zużytą zraszającą ciecz), która spływa z komory oczyszczania i równomiernie rozkłada zanieczyszczony gaz na wejściu do komory oczyszczania.
4. Króciec spustowy, który odprowadza zużytą, zanieczyszczoną ciecz z wielowirowego filtra wodnego.
5. Zużyta ciecz zraszająca.
6. Komora oczyszczania, w niej to zachodzi proces przemywania zanieczyszczonego gazu przez ciecz zraszającą i wydzielenie pozostałości kapilarnej wilgoci z oczyszczonego gazu.
7. Węzeł wlotowy zraszającej cieczy do komory oczyszczania, może zawierać przyrządy regulujące i/lub rejestrujące zużycie cieczy zraszającej.
8. Ciecz zraszająca.
9. Kanał wylotowy.
10. Króciec wylotowy, przez niego gaz oczyszczony odprowadzany jest z wielowirowego filtra wodnego.
11. Gaz oczyszczony.

### Podstawowe zalety Wielowirowych Filtrów Wodnych

Właściwość	Zaleta
Nie zawiera rozpylaczy (głowic rozpylających)	Prosty sposób przygotowania cieczy, możliwość zastosowania recyrkulacji cieczy
Wysoka efektywność oczyszczania gazu	Zgodność z nowymi normami ekologicznymi
Stosunkowo niska wartość oporu ok. 2 kPa	Efektywność energetyczna, mniejsze zużycie energii elektrycznej
Odporność na zużycie, brak elementów ruchomych	Długi okres pracy urządzenia (duża żywotności)
Wieloskalowość, możliwość budowania instalacji próbnych	Rozruch na instalacjach badawczych
Adaptowalność	Uproszczona procedura wdrożenia
Dostawa w elementach	Zmniejszenie kosztów transportowych
Prostota montażu	Szybki proces budowy i rozruchu instalacji

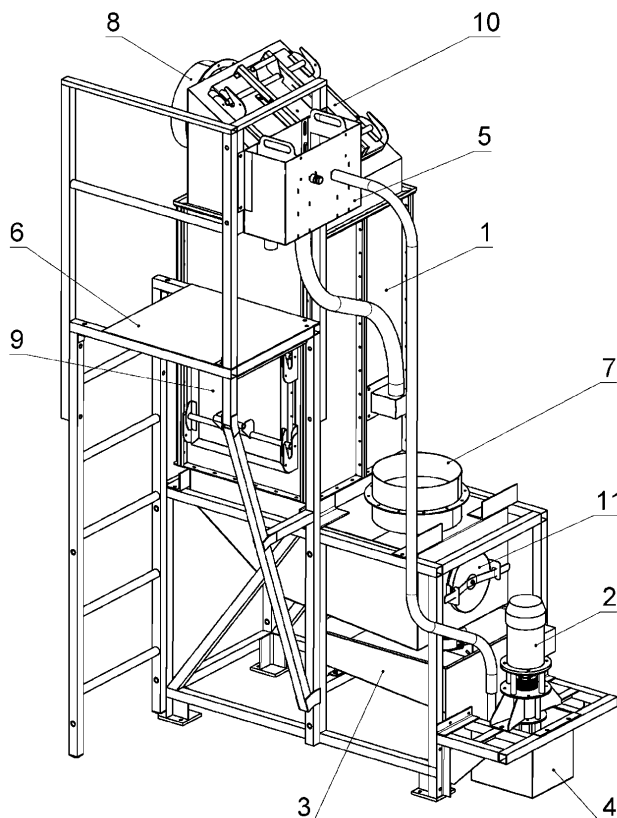
Podstawową zaletą wielowirowych filtrów wodnych jest połączenie wysokiej efektywności usuwania zanieczyszczeń stałych i gazowych, przy stosunkowo niskim oporze przepływu gazów i braku obostrzonych wymagań co do jakości zraszającej cieczy. Gdyby to przełożyć na język liczb, to np. dla takich zadań jak zasysanie zanieczyszczonego powietrza z węzłów przesypu rudy lub węgla wielowirowe filtry wodne gwarantują efektywność powyżej 99% przy oporze nie większym niż 2 kPa i zawartości mechanicznych zanieczyszczeń w zraszającej wodzie na poziomie 5 - 10 %. Inny przykład: podczas procesu oczyszczania powietrza z cyjanowodoru, przy tej samej wartości oporów 2 kPa efektywność jest stabilnie zagwarantowana na poziomie 92%, przy tym jako zraszający roztwór nie zastosowano czystych (sterylnych) roztworów alkalicznych, np. zasadowe OH, a nieoczyszczone rozpuszczone mleczko wapienne z zawartością części mineralnych w postaci piasku i drobnych kamyczków w ilości około 5%. Podstawowy proces mieszania się wzajemnie przenikających się strumieni gazu ma miejsce nad rusztem, a nie na powierzchni, co w znaczny sposób przyczynia się do zmniejszenia poziomu zużycia rusztu i pozwala na zwiększenie jego żywotności. Podczas przeglądu stanu rusztu po okresie jednorocznej eksploatacji przy oczyszczaniu gazów odlotowych z kotła węglowego nie stwierdzono żadnego zużycia lub uszkodzenia. Zasady, które obowiązują w projektowaniu i zabudowie wielowirowych filtrów wodnych pozwalają na stosowanie ich praktycznie na dowolny strumień zanieczyszczonego gazu, z uwzględnieniem ograniczeń lokalnych związanych z zabudową. W istotny sposób upraszcza to projektowanie nowych i rekonstrukcję starych systemów oczyszczania gazu.

### Kompaktowy wielowirowy filtr wodny MFW 2/2/1

Kompaktowy, wielostrumieniowy filtr wodny MFW 2/2/1 służy do oczyszczania z pyłu, oparów i innych zanieczyszczeń powietrza lub gazów. Stosuje się go na przenośnikach, przesypach, bunkrach, lejach i innych miejscach, gdzie następuje intensywne zanieczyszczanie otoczenia.

#### Elementy filtra:

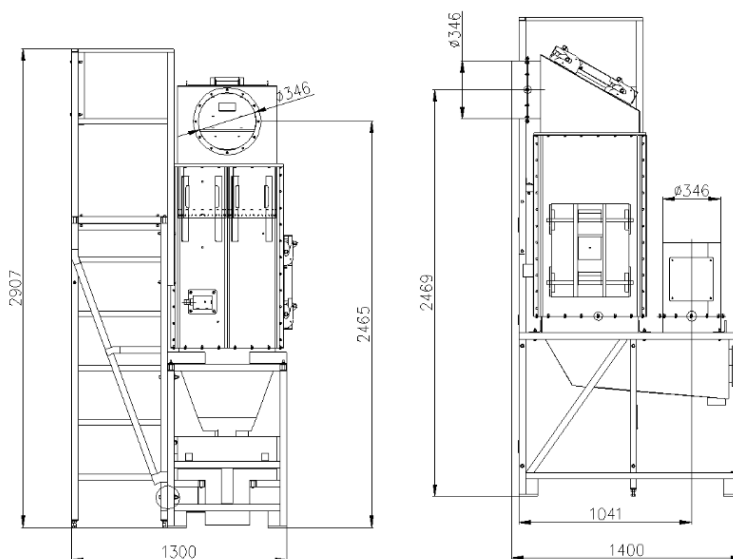
1. Filtr wodny WFW2/2/1.
2. Pompa cyrkulacyjna.
3. Zbiornik górny.
4. Zbiornik dolny.
5. Dozownik wody.
6. Pomost obsługi.
7. Kanał wlotowy.
8. Kanał wylotowy.
9. Właz rewizyjny.
10. Właz obsługujący separator.
11. Właz komory dolnej filtra.



#### Dane techniczne:

1. Podstawowe gabaryty pokazano na rysunku nr 2.
2. Przepływ gazu 2 500 .. 5 500 m<sup>3</sup>/h.
3. Temperatura zanieczyszczonego gazu +5 .. +250 °C.
4. Temperatura otoczenia -20 .. +40 °C
5. Skuteczność odpylania zanieczyszczonego gazu zależy od wielkości pyłu i kształtuje się na poziomie 95 .. 99,6 %, przy zapyleniu gazu dochodzącym do 30 g/m<sup>3</sup>.
6. Dla efektywnego czyszczenia z zanieczyszczeń gazowych może być użyty wodny roztwór kwasów, alkaliów lub innych związków.
7. Przepływ wody przez filtr regulowany jest automatycznie i wynosi około 1,4 m<sup>3</sup>/h.
8. Ciśnienie wody na wlocie do filtra powinna wynosić 1,5 - 6 bar.
9. Zawartość zanieczyszczeń mechanicznych w wodzie dopuszcza się do 50 g/l.
10. Filtr może być wykonany ze stali węglowej, stali nierdzewnej lub polipropylenu (tworzywa sztucznego).
11. Całkowity ciężar filtra nie większy niż 450 kg.

Filtr wodny MFW 2/2/1 wyposażony jest we wszelkie niezbędne urządzenia i wymaga jedynie podłączenia energii elektrycznej, wody oraz odprowadzenia ścieków. Łatwość w zabudowie i kompaktowa konstrukcja pozwala uniknąć kosztownych instalacji odciągowych i osiągnąć oszczędności w zużyciu energii elektrycznej.



Rys. 2. Podstawowe gabaryty filtra wodnego.

### Warianty konstrukcji wielowirowego filtra wodnego

Na zdjęciu pierwszym pokazana jest instalacja czyszczenia wykonana z plastiku (z polipropylenu) o wydajności 16 000 m<sup>3</sup>/h. Filtr wyposażony jest w zbiornik na ścieki o pojemności 1 m<sup>3</sup>. Instalacja wyposażona jest w wentylator wyciągowy oraz automatykę. Filtr automatycznie podaje wodę do aparatu, wymienia wodę w miarę jej zanieczyszczenia, informuje na dyspozytornię o warunkach pracy oraz w pełni zabezpiecza automatyczny cykl pracy bez udziału personelu.



Na zdjęciu drugim pokazano instalację czyszczenia wykonaną z stali nierdzewnej, wyposażoną w dodatkowe konstrukcje z metalu i serwisowymi podestami. Wydajność tego filtra wynosi 21 000 m<sup>3</sup>/h. Strumień spalin jest zbliżony do kotła WR-5.



## Przybliżone gabaryty instalacji czyszczenia spalin do kotła WR-25.

### Przepływ spalin.

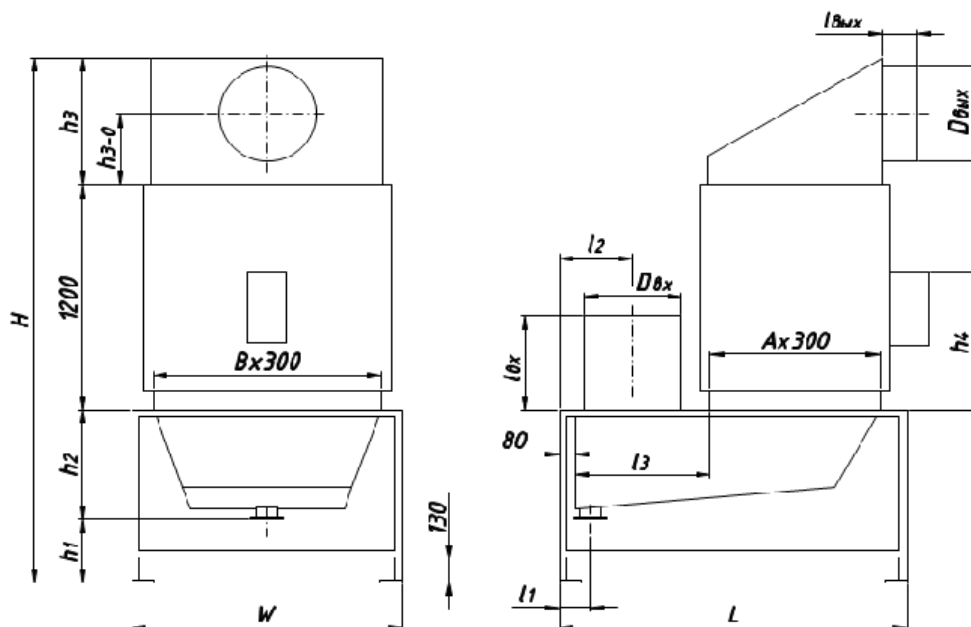
- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1. Nominalny strumień spalin  | - 90 000 m <sup>3</sup> /h.  |
| 2. Maksymalny strumień spalin | - 115 000 m <sup>3</sup> /h. |
| 3. Minimalny strumień spalin  | - 57 000 m <sup>3</sup> /h   |

### Parametry kotła.

- |                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| 1. Moc kotła                    | - 29 MW                    |
| 2. Sprawność                    | - 83 %                     |
| 3. Zawartość tlenu              | - 8 %                      |
| 4. Temperatura spalin           | - 150 °C                   |
| 5. Wartość opałowa              | - 22 MJ/kg                 |
| 6. Obliczeniowy strumień spalin | - 88 000 m <sup>3</sup> /h |

### Podstawowe wymiary hydrofiltra MWF-10/8/1.

- |                      |            |
|----------------------|------------|
| 1. H (Wysokość)      | - 4 950 mm |
| 2. W (Szerokość)     | - 2 600 mm |
| 3. L (Długość)       | - 4 900 mm |
| 4. Ax300             | - 3 000 mm |
| 5. Bx300             | - 2 400 mm |
| 6. D <sub>wlot</sub> | - 1 400 mm |
| 7. D <sub>wyl</sub>  | - 1 400 mm |



Rys. 3. Podstawowe wymiary multiwirowego hydrofiltra MWF.

W zależności od pracy kotła i zmieniającej się wydajności istnieje możliwość rozdzielania strumienia spalin na kilka autonomicznych filtrów wodnych. Pozwoli to na osiągnięcie bardzo dużej skuteczności czyszczenia, przy minimalnym obciążeniu kotła i bardzo małym strumieniu spalin. Automatyczne klapy na poszczególnych kanałach pozwolą na włączanie kolejnych filtrów oraz duże oszczędności w energii elektrycznej przez wentylatory spalin. W zależności od stawianych wymagań emisji zanieczyszczeń istnieje możliwość skonfigurowania filtrów wodnych pod konkretne potrzeby z uwzględnieniem warunków lokalnych. W związku z zaostrzeniem norm emisji pyłu, tlenków siarki SO<sub>2</sub> oraz pozostałych substancji szkodliwych dla kotłów opalanych węglem kamiennym wielowirowe filtry wodne (odpylacze mokre), pozwalają uzyskać parametry emisji zanieczyszczeń w spalinach porównywalnie z emisjami z kotłowni gazowych. Z przeprowadzonych pomiarów hydrofiltrów wirowych uzyskano skuteczność odpylania na poziomie 99,55 %, oraz redukcję SO<sub>2</sub> dochodzącą do 97,46 %. Dzięki zastosowaniu różnych związków alkalicznych lub kwasowych w wodzie zasilającej istnieje możliwość znacznej redukcji wielu związków chemicznych szkodliwych dla otoczenia

PREZES ZARZADU  
  
mgr inż. Andrzej Zuber