

## Tuleja wlotowa Warman® z łopatkami do wstępnego zawirowania

### Wstęp

Duże pompy w instalacjach młynowych podlegają znacznemu zużyciu spowodowanemu przez cząstki gruboziarniste. Typowy zużyty wirnik pompy szlamowej Warman® MCR® przedstawiono na rys. 1. Widoczny obszar wysokiego zużycia to krawędź natarcia łopatek oraz pod przednią częścią osłony. Powiększona średnica zużytego otworu wirnika wpływa także na zużycie tulei wlotowej.

Jednym ze sposobów ograniczenia stopnia zużycia otworu wirnika jest „wstępne wirowanie” zawiesziny w rurze wlotowej. Dochodzi wówczas do ograniczenia prędkości uderzenia o krawędź natarcia oraz ułatwione jest osiągnięcie 90-stopniowego kąta tłoczenia zawiesziny do przekroju promieniowego kanału wirnika, co przedstawiono na rys. 2.

### Przepływ zawiesziny do pompy

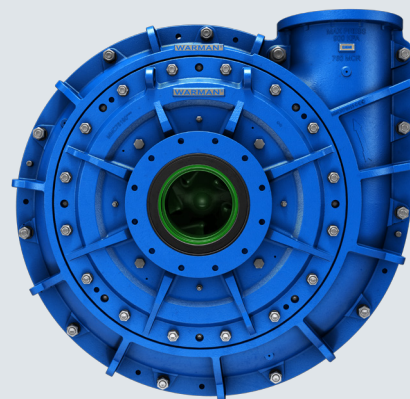
W przypadku pomp obsługujących przepływ zawieszin niejednorodnych (o typowej wielkości osiadających cząstek 0,5 mm) gradient stężenia cząstek stałych ważony jest standardowo w kierunku dna rury wlotowej.

Podczas gdy stężenie cząstek stałych jest większe na dnie rury ze względu na osiadanie, prędkość cząstek na dnie jest niższa niż w górnej części rury.

Wpływ zmiany prędkości oraz gradientów stężenia na optymalną konstrukcję wirnika jest znaczny. Łopatkki wirnika są zazwyczaj zaprojektowane do „bezuderzeniowego” wprowadzania płynu przez otwór wirnika na łopatkki. Zaleca się, aby kąt wtlaczania płynu oraz kąt łopatek były względem siebie wyrównane w celu uzyskania jak największej wydajności oraz jak najniższego zużycia.

W praktyce, biorąc pod uwagę rozkład prędkości cząstek w rurze wlotowej, wprowadzanie „bezuderzeniowe” może być osiągnięte na dnie otworu wirnika. Wprowadzanie na górze otworu wlotowego wirnika nie stanowi w pełni optymalnego rozwiązania z uwagi na to, że prędkość może być dużo wyższa. Wraz z regulowaną w oparciu o kąt przepływu tylko w jednym miejscu.

Stosując łopatkki do wstępnego zawirowania o różnorodnych krzywiznach wokół obwodu wlotu pompy, jak przedstawiono na przekroju poprzecznym na rys. 3, możemy zapewnić różne prędkości oraz zapewnić optymalny kąt przepływu cząstek na łopatkach wirnika. Dzięki temu optymalnemu podejściu opracowanemu przez firmę Weir, każda z łopatek do wstępnego zawirowania obraca się wyłącznie w stopniu potrzebnym, aby uzyskać wymaganą wielkość i stężenie cząstek.



Pompa szlamowa Warman® MCR®



Rys. 1 – Zużyty wirnik pompy do parku młynów Warman® MCR®



Rys. 2 – Wektory prędkości powodują turbulencję przepływu na krawędzi natarcia pod przednią częścią osłony wirnika.



Rys. 3 – Typowy przekrój pompy Warman® MCR® przedstawiający tuleję wlotową z łopatkami do wstępnego zawirowania

Idealna konstrukcja uwzględnia tuleję wlotową z łopatkami do wstępnego zawirowania umieszczonymi dookoła wlotu. Przy większym stężeniu cząstek o dużych rozmiarach u dołu rury wlotowej, kąt łopatki na dnie rury jest większy niż w górnej części rury, gdzie występuje więcej lekkich cząstek, które i tak mają tendencję do przepływu w kierunku przepływu płynu. Przekrój tulei wlotowej z łopatkami do wstępnego zawirowania na wlocie rury przedstawiono na rys. 4.

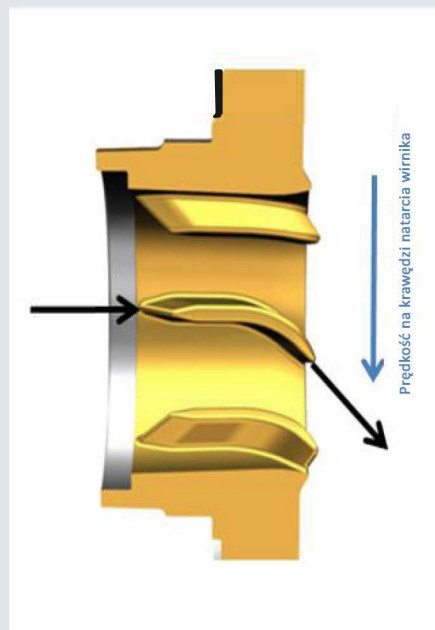
Poprzez obrót cząstek każdej wielkości na obwodzie rury wlotowej separacja przepływu ulega redukcji, wydajność jest ulepszona, a stopień zużycia ograniczony.

### Konstrukcja łopatek do wstępnego zawirowania

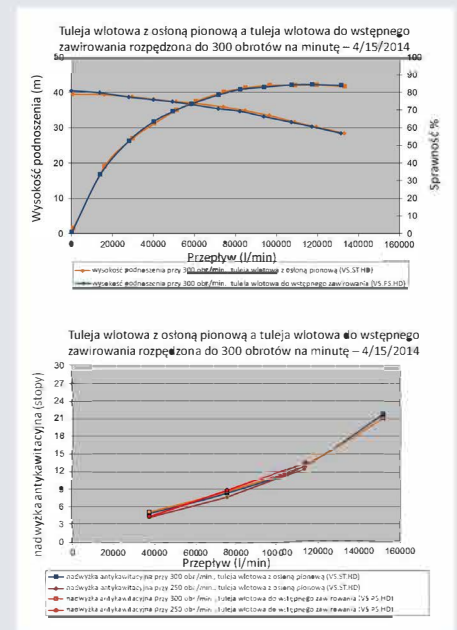
Łopatki do wstępnego zawirowania w dolnej połowie wlotu pompy posiadają większy kąt wylotowy niż łopatki w górnej połowie wlotu, tak aby większe cząstki, ze względu na stan bezwładności, uzyskały taki sam kąt uderzania w łopatki wirnika jak mniejsze cząstki na górze, które przepływają wraz z płynem. Kąty wylotowe łopatek mieszczą się w zakresie 30-45 stopni.



Rys. 4 – Typowa tuleja wlotowa pompy Warman® MCR® z łopatkami do wstępnego zawirowania



Rys. 5 – Łopatki do wstępnego zawirowania kierują zawieszoną cieczą ku obracającemu się wirnikowi w celu ograniczenia prędkości uderzania cząstek



Rys. 6 – Porównanie wysokości podnoszenia oraz wymaganej nadwyżki antykawitacyjnej tulei wlotowej do wstępnego zawirowania



Łopatki wystają tylko częściowo w stronę wnętrza, gdzie ciecz przepływa po obwodzie, co zapobiega nadmiernemu blokowaniu przepływu cieczy oraz ogranicza potencjalnie negatywny wpływ na ochronę antykawitacyjną.

### Sprawność

Sprawność hydrauliczna tulei wlotowej do wstępnego zawirowania nie odbiega znacznie od standardu. Wydajność jest taka sama, a natężenie przepływu w optymalnym punkcie pracy (BEP) jest nieznacznie większe, tak jak przedstawiono na rys. 6.

Charakterystyka wymaganej nadwyżki antykawitacyjnej w porównaniu do pomp ze standardową tuleją wlotową pozostaje w głównej mierze niezmienną przy uwzględnieniu niepewności pomiarowej.

### Zmniejszenie stopnia zużycia

Tuleja wlotowa do wstępnego zawirowania ogranicza zużycie krawędzi natarcia wirnika oraz zużycie pod przednią częścią osłony.

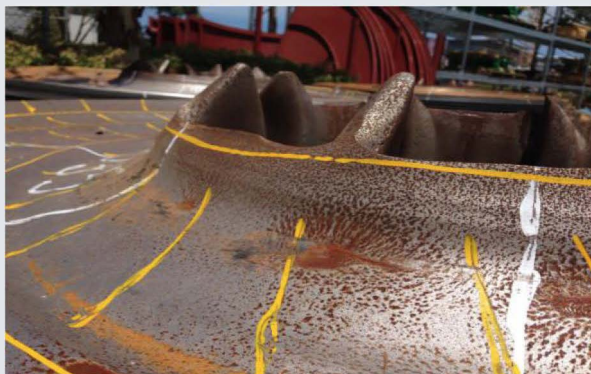
W połączeniu ze standardową regulacją tulei wlotowej, zużycie krawędzi natarcia jest znacznie ograniczone. Jak pokazano na rys. 7, 8 oraz 9, odpowiednio wyregulowana tuleja wlotowa powoduje zużycie otworu wirnika, a zewnętrzny wierzchołek łopatek do wstępnego zawirowania porusza się w kierunku tylnej osłony wirnika, co powoduje równomierny stopień zużycia na całym obszarze krawędzi natarcia.

### Dostępność

Tuleja wlotowa do wstępnego zawirowania jest dostępna we wszystkich pompach młynowych Warman® o rozmiarach wylotu 250 mm i większych.

### Dokumenty referencyjne

C Shook i MC Roco (1991), Slurry Flow – principles and practice, Butterworth-Heinemann.



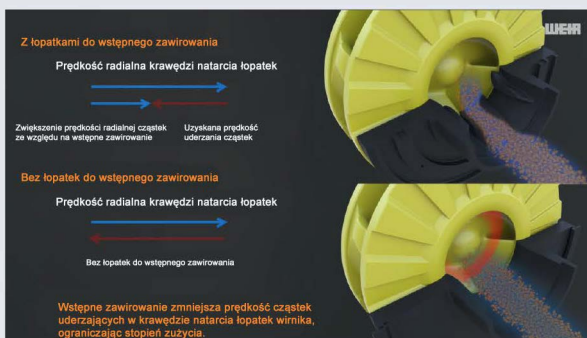
Rys. 7 – Część wierzchnia tulei wlotowej; zużycie poprzez regulację, w wyniku której łopatkę do wstępnego zawirowania sięgają otworu wirnika



Rys. 8 – Typowe zużycie tulei wlotowej do wstępnego zawirowania oraz wirnika



Rys. 9 – Łopatki do wstępnego zawirowania o wysokim stopniu zużycia na dnie rury wlotowej spowodowanego przez cząstki gruboziarniste



Kadr z filmu Weir Minerals przedstawiającego pracę tulei wlotowej do wstępnego zawirowania w celu ograniczenia zużycia krawędzi natarcia wirnika.

Weir Minerals

warman@mail.weir  
www.warman.weir